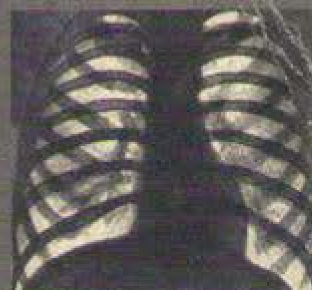
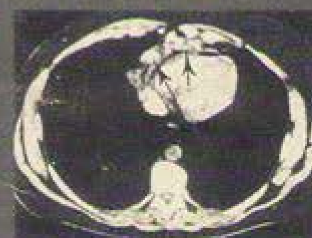
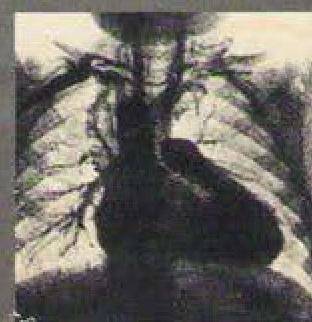
V. GRANCEA

BAZELE RADIOLOGIEI ŞI IMAGISTICII MEDICALE



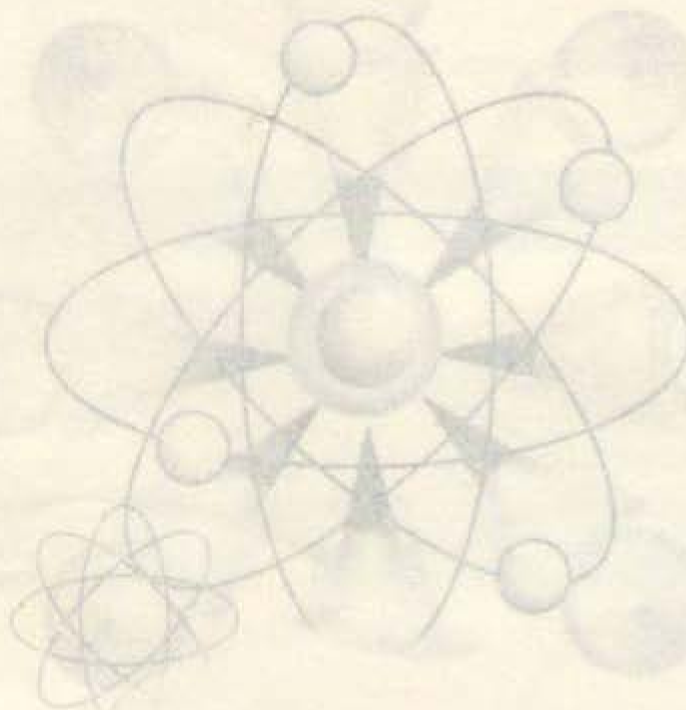




Editura Medicală AMALTEA

coperta: M.C. Popescu-Drânda
paginare: C&E Poenaru
tehnoredactare computerizată: AMALTEA TehnoPlus
corectură: Daniela Popescu
redactor: M.C. Popescu-Drânda



Bazele Radiologiei şi Imagisticii Medicale / V. Grancea
ISBN 973-96286-1-3

P.O.Box 9-27, 72100, Bucureşti

ÎN LOC DE PREFAŢĂ

Prin conţinutul şi structura ei, prezenta lucrare este consacrată în principal instruirii studentului în medicină, introducerii acestuia în domeniul deosebit de vast şi complex pe care îl constituie în prezent radiologia şi metodele imagistice de investigare medicală. In concepţia autorului, noţiunile cuprinse în acest volum reprezintă un minimum de cunoştinţe din domeniul respectiv care ar trebui integrat în educaţia viitorului medic şi, în consecinţă, ar trebui să devină un obiect de predare în învăţămîntul universitar. Intenţia didactică nedisimulată este, de altfel, subliniată de modul de structurare al fiecărei secţiuni, în care subordonarea faţă de acest obiectiv al materialului tratat se poate recunoaşte cu uşurinţă.

Propunînd un ansamblu noţional în aparenţă dificil de asimilat în intervalul consacrat predării disciplinare, autorul consideră că, de fapt, răspunde în acest mod dorinţei studentului, larg confirmată în practică, de a se informa în cît mai mare măsură cu privire la conţinutul unei discipline care se impune prin continue şi remarcabile progrese. Chiar în condiţiile unui spaţiu de predare limitat, materialul ar putea constitui o sursă de întregire a culturii lui profesionale prin studiu individual.

"Bazele radiologiei şi imagisticii medicale" se adresează în acelaşi timp medicului care îşi începe formarea în această specialitate, ca, dealtfel, şi practicianului din oricare altă specialitate oferindu-le, într-o formă foarte sintetică, premizele unei viziuni unitare cu privire la un domeniu aparent foarte diversificat. In acest sens autorul consideră că actualele proceduri imagistice, larg implementate în practica medicală modernă, îşi găsesc cel mai raţional mod de prezentare într-un cadru comun. Acesta trebuie să se constituie în jurul röntgendiagnosticului, prima metodă fizică de investigare, care rămîne cel mai larg folosită şi care sub multe aspecte (cum ar fi, de exemplu, logica interpretării imaginii, premizele semiologice şi terminologia), reprezintă un model şi un etalon. Pe de altă parte, în acest mod poate fi evitată falsa impresie de competiţie pe care o crează deseori folosirea respectivelor proceduri şi se formează deprinderea de a privi investigarea imagistică actuală ca un veritabil "flux tehnologic".

Autorul este pe deplin conştient că efortul de a cuprinde o arie de noţiuni atît de largă într-un cadru extrem de rezumativ şi sintetic a condus numai la o reuşită parţială şi că materialul rezultat este în mare măsură perfectibil. Cu deplină sinceritate şi încredere, lasă celor care îl vor parcurge şi vor încerca să-l folosească deplina latitudine în a-i aprecia oportunitatea, în măsura în care se vor considera cu adevărat beneficiari.

AUTORUL

CUPRINS

Capitolul 9

DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ŞI IMAGISTIC AL AFECŢIUNILOR APARATULUI URINAR 206

INTRODUCERE

Ştiinţa utilizării radiaţiilor în scopuri medicale, ***RADIOLOGIA***, rămîne, la aproape un secol de existenţă, una dintre cele mai fascinante discipline ale medicinii moderne. Istoria ei – foarte scurtă în raport cu cea a disciplinelor clinice fundamentale – este constituită de fapt dintr-un lanţ neîntrerupt de salturi spectaculoase pe planul perfecţionării şi îmbogăţirii mijloacelor de care uzează, ca şi pe cel al posibilităţilor pe care le oferă diagnosticului şi terapeuticii. Ea se dovedeşte, în continuare, unul dintre cele mai fertile domenii de manifestare a ingeniozităţii şi creativităţii umane.

Actul de naştere al acestei discipline a fost semnat în memorabila zi de decembrie a anului 1895 în care fizicianul Wilhelm Conrad RÖNTGEN din Würzburg a efectuat pentru prima dată în lume o **radiografie**, radiografia mîinii soţiei sale. De fapt, aceasta constituia un experiment consacrat punerii în evidenţă a proprietăţilor unui tip de radiaţii necunoscut pînă atunci, pe care Röntgen a reuşit să le producă în laboratorul său şi pe care le-a denumit, cu probitatea savantului autentic, "raze X". Obişnuinţa de a utiliza acest termen s-a perpetuat pînă în zilele noastre, deşi toate "necunoscutele" cu privire la natura radiaţiei descoperite de Röntgen au dispărut de mult timp.

Deşi obţinuse **prima imagine a realităţii anatomice pe calea unui factor fizic artificial**, Röntgen nu putea intui, desigur, faptul că descoperirea lui va deschide o epocă nouă în practica medicinii. In adevăr, radiologia s-a constituit rapid şi s-a impus convingător ca o veritabilă disciplină medicală, devenind curînd indispensabilă tuturor celorlalte discipline.

Pentru multe din acestea, radiologia reprezintă astăzi sursa de informaţie cu rol decisiv în orientarea practicii curente, în timp ce altele (oncologia) o utilizează ca mijloc terapeutic de importanţă fundamentală; altele, în sfîrşit, cum sînt de exemplu chirurgia cardio-vasculară sau neurochirurgia, îi datorează însăşi apariţia şi existenţa lor, ca domenii de activitate specializată. De aceea, afirmaţia că istoria medicinii se poate împărţi într-o eră preradiologică şi una radiologică nu trebuie privită, oricît de flagrantă apare discrepanţa de durată, ca o exagerare.

De la instalaţia rudimentară construită de Röntgen, pînă la aparatura modernă de astăzi, a fost parcurs un drum lung şi anevoios, echivalent cu distanţa la care se situează imaginea grosolană a scheletului obţinută în 1895 faţă de imaginile de mare rafinament pe care le oferă în prezent tomograful computerizat sau alte tehnici perfecţionate. Pe parcursul acestui drum, radiologia a înglobat numeroase cuceriri ale ştiinţei, din domeniul fizicii, tehnicii, dar şi din cel al concepţiilor biologice şi medicale. Ea reprezintă un exemplu convingător de performanţă a geniului uman în unirea eforturilor de creativitate pe cele mai diverse planuri. Deoarece radiologia este în egală măsură o disciplină fizică, tehnică, biologică şi clinică, complexitatea structurii sale atrage de la început atenţia asupra dimensiunii efortului pe care îl implică însuşirea ei, asupra necesităţii de a fundamenta această însuşire pe o sumă de cunoştinţe de cea mai variată factură.

Progresele radiologiei, care au condus la poziţia ei actuală în cadrul disciplinelor medicale, se datorează în primul rînd muncii de pionierat, purtată cu perseverenţă şi devotament de numeroase personalităţi, a căror principală calitate a fost încrederea în posibilităţile noii metode de investigare şi tratament. Pentru că radiologia, la începuturile ei, nu a fost scutită de delatori care i-au prezis un sfîrşit prematur, aşa cum unii îi prevestesc astăzi un viitor nu prea îndelungat. Personalităţi medicale marcante ca Albers Schönberg, Béclère, Holzknecht, Forsell, Holdfelder, Van der Plaats, Schinz, Baclèsse şi mulţi alţii s-au consacrat cu pasiune idealului de a construi, pe plan

teoretic şi practic, un edificiu robust şi prestigios, care să merite pe deplin atributul de ştiinţă medicală, de disciplină clinică. In acest sens, dincolo de suportul tehnic, a fost necesar în primul rînd să se creeze şi să se asimileze o viziune nouă, *reprezentarea radiologică* a normalului şi a patologicului, pentru toate organele şi sistemele; a fost necesar, de asemenea, să se elaboreze un *mod de gîndire* particular, indispensabil interpretării coerente a imaginii create de radiaţie, respectiv identificării substratului anatomic care o produce; în fine, o *terminologie* specifică, adecvată acestui scop.

Trebuie remarcat că, indiferent de caracterul lor specific şi de măsura în care se recunoaşte acest lucru, toate metodele imagistice moderne au preluat – într-o măsură mai mare sau mai mică – elemente conceptuale ale radiologiei clasice.

O contribuţie importantă la realizarea acestor deziderate au adus-o marile personalităţi ale radiologiei româneşti, înaintaşii noştri, cărora le datorăm întreaga noastră gratitudine şi respectul nostru nelimitat. Nume ca cele ale profesorilor C.Severeanu, D.Gerota, E.Radu, Dim.Negru, Gh.Schmitzer, I.Bîrzu, Gh.Chişleag s-au înscris definitiv printre cele ale marilor figuri pe care le-a dat radiologia mondială. Datorită lor, România a fost una dintre primele ţări din lume în care s-a practicat radiologia medicală.

Trebuie menţionat în acest sens faptul că primele radiografii s-au efectuat în ţara noastră în anul 1896, în spitalul Colţea, la cîteva luni de la descoperirea lui Röntgen, că primul laborator de radiologie a început să funcţioneze, în acelaşi spital, în 1899, iar în acelaşi an a fost predat şi primul curs de ***Radiologie Medicală***.

Eforturile şi perseverenţa acestor mari personalităţi au menţinut în permanenţă radiologia românească la un nivel remarcabil de profunzime şi creativitate.

Scurta istorie a radiologiei medicale este marcată nu numai de figuri proeminente, ci, din nefericire, şi de numeroase victime, cărora omenirea le-a atribuit, pe bună dreptate, titlul de adevăraţi martiri. In adevăr, la scurtă vreme după ce razele X şi-au dezvăluit proprietăţile fizice şi chimice, s-a evidenţiat şi capacitatea lor de a produce efecte biologice redutabile. Unele dintre acestea, printre care scurtarea vieţii şi cancerogeneza, au fost dureros resimţite de cei care le-au folosit, de pionierii radiologiei medicale care au plătit un scump tribut entuziasmului cu care s-au dedicat muncii cu radiaţiile.

Astăzi, cînd vorbim de cunoştinţele de radiobiologie obţinute în condiţii experimentale, uităm deseori că primele fiinţe care s-au supus unor asemenea experienţe au fost oameni, au fost primii radiologi.

In 1936, "omenirea recunoscătoare" a ridicat la Hamburg martirilor radiologiei un emoţionant monument; pe el se pot citi numele multor personalităţi care sînt citate şi în manualele şi tratatele noastre. Acestora ar trebui să li se adauge cele ale altor sute de practicieni, a căror jertfă, rămasă în anonimat, merită neîndoielnic acelaşi recunoscător omagiu.

Radiologia medicală a devenit în zilele noastre o disciplină foarte complexă, căreia i se atribuie în mod obişnuit patru secţiuni principale:

– radiodiagnosticul
– radioterapia
– radiobiologia medicală
– medicina nucleară *

Radiodiagnosticul: constă din investigarea morfologică şi funcţională a diferitelor organe şi sisteme pe calea utilizării radiaţiilor X sau Röntgen; în această accepţiune, termenul de *Röntgendiagnostic* este un sinonim mai explicit.

In prima jumătate a secolului nostru, Röntgendiagnosticul a reprezentat singura metodă de explorare care producea şi exploata o imagine particulară, obţinută printr-un factor fizic artificial, radiaţia X. In ultimele decenii, progresele remarcabile din anumite domenii tehnologice de vîrf au făcut posibilă utilizarea în acelaşi scop a altor asemenea factori, cum sînt ultrasunetele şi magnetismul nuclear.

S-a constituit astfel o categorie destul de heterogenă de metode de investigare a realităţii anatomice, care a primit denumirea de *imagistică medicală*.

In acest proces de multiplicare şi diversificare a căilor de obţinere a unor imagini cu semnificaţie clinică, impactul informaticii s-a dovedit esenţial. Procesarea informatică a permis înainte de toate lărgirea domeniului de exploatare al radiaţiei X, în cadrul tehnicii tomografiei computerizate; ea reprezintă, de asemenea, un element fundamental în realizarea imaginii prin rezonanţă magnetică nucleară. Pe un plan mai larg, transcrierea digitală a imaginilor obţinute prin folosirea de factori fizici diferiţi şi prin proceduri diferite, permite stocarea informaţiei achiziţionate şi prelucrarea ei ulterioară, cu evidente avantaje de ordin practic.

In ultimii ani, este tot mai larg acreditată părerea că domeniul imagisticii medicale trebuie să cuprindă numai acele proceduri care utilizează o imagine creată de computer, adică o *imagine digitală*. Deşi în mare măsură convenţională şi deşi creează un statut incert procedurilor

* *Aşa cum se va vedea mai departe, medicina nucleară este considerată în prezent o disciplină independentă.*

analogice, această opinie îşi găseşte totuşi o justificare în lumina celor expuse mai înainte.

Independent de nuanţele semantice, existenţa în prezent a mai multor metode de investigare care produc şi uzează de o imagine datorată unui factor fizic creează, pe plan didactic, problema alegerii cadrului apropriat de studiu. Numeroase argumente de ordin istoric, metodologic şi practic pledează pentru tratarea acestor metode într-un context, capabil să le reliefeze nu numai particularităţile, ci şi anumite trăsături comune, şi mai ales să evite crearea unei impresii false de competiţie în alegerea şi folosirea lor. Un asemenea mod de tratare permite, de asemenea, înţelegerea faptului că, în zilele noastre, investigaţia pe calea imaginilor urmează căile unui veritabil "flux tehnologic", în care indicaţia şi succesiunea metodelor trebuie să corespundă riguros treptelor de rezolvare a problematicii clinice.

Secţiunii privind radiodiagnosticul şi imagistica fizică medicală îi este consacrată cea mai mare parte a prezentului material.

Radioterapia este metoda care foloseşte radiaţiile ionizante (categorie în care se încadrează şi radiaţia X) în scopul tratării unui număr de afecţiuni de natură variată (în principal tumori maligne). In acest domeniu, radioterapia s-a dovedit una dintre cele mai eficace arme de care dispune medicina contemporană, constituind unul din mijloacele majore de tratament de care uzează oncologia. Tratarea unor tumori cu largă incidenţă, cum sînt cancerul mamar, cancerul uterin, limfoamele maligne şi multe altele, ar fi de neconceput în prezent fără contribuţia largă a metodei radiologice.

In zilele noastre, datorită unor remarcabile progrese în domeniul fizicii şi tehnicii, radioterapia dispune de o gamă largă de posibilităţi de abordare a tumorilor cu cele mai variate localizări. Apariţia, alături de radiaţiile X (primele folosite în acest scop), a celor generate de instalaţiile de energii înalte, de tipul acceleratorului liniar de particule, betatronului şi altora, a schimbat radical conţinutul activităţii de radioterapie. Acestor instalaţii li se adaugă şi surse radioactive, naturale şi mai ales artificiale, care îşi găsesc, de asemenea, o largă aplicabilitate. Sfera indicaţiilor tratamentului radiologic antitumoral s-a extins considerabil şi, în aceeaşi măsură, au crescut şi şansele vindecării reale într-un număr de manifestări tumorale situate anterior dincolo de posibilităţile terapeutice. Aceasta a contribuit substanţial la modificarea conceptului de curabilitate a cancerului. Alte speranţe se leagă de introducerea în practica curentă a noi tipuri de radiaţii, caracterizate printr-o extrem de ridicată "eficacitate biologică", aşa cum sînt neutronii, mezonii sau ionii grei.

Radiobiologia. In afara efectelor fizice şi chimice, radiaţiile X produc şi efecte de ordin biologic. La baza acestora se situează capacitatea lor de a ioniza atomii şi moleculele mediului parcurs.

Proprietatea de a ioniza şi excita atomii şi moleculele este apanajul unei largi categorii de radiaţii, de natură electromagnetică (razele X şi gamma) şi corpusculară (electroni, protoni, neutroni, mezoni etc.), cărora le este comună o energie cuantică ridicată şi care sînt denumite generic *radiaţii ionizante*.

Pentru materia vie, ionizările pe care le produc aceste radiaţii capătă o semnificaţie particulară: ele conduc la alterări ale structurilor biologice (biomoleculelor), care determină, în continuare, modificarea în grade diferite a proprietăţilor vitale, adică se traduc în final prin *efecte radiobiologice*. Acestea sînt de factură şi de gravitate diferită, mergînd de la manifestări funcţionale reversibile, pînă la moartea celulelor şi organismelor.

Studiul efectelor radiobiologice constituie obiectul *radiobiologiei generale*. Această ştiinţă, prin excelenţă experimentală, posedă o metodologie corespunzătoare, deosebit de elaborată şi un limbaj propriu, adaptat obiectivelor ei de cercetare.

O ramură a radiobiologiei generale, *radiobiologia medicală sau clinică*, îşi propune studiul efectelor biologice produse de radiaţii asupra organismului uman şi asupra structurilor acestuia. Unul din obiectivele fundamentale ale acestei discipline, privită şi ca o secţiune a radiologiei medicale, este acela de a stabili relaţii cît mai exacte între cantitatea de radiaţii, adică *doza* pe care o primesc diferitele structuri normale şi patologice ale organismului şi *intensitatea* efectului radiobiologic observat în final. Precizarea acestor relaţii este subordonată unui deziderat de ordin nemijlocit practic, acela de a oferi o bază obiectivă tratamentelor cu radiaţii ionizante, adică radioterapiei. Un alt obiectiv, de importanţă egală, este acela de a preciza cantitatea de radiaţii pe care o primesc, de la diferite surse, populaţiile umane şi posibilele consecinţe ale acestei iradieri, inclusiv alterarea fondului genetic.

Medicina nucleară foloseşte un număr de izotopi radioactivi în scop diagnostic şi terapeutic. Aceşti izotopi, introduşi în organism, se fixează în mod selectiv în anumite ţesuturi şi organe; emisia lor radioactivă poate fi detectată, astfel încît prin tehnicile de captare şi scintigrafie se pot obţine informaţii de ordin funcţional sau morfologic, de importanţă deosebită în completarea investigaţiei medicale. In prezent, sînt folosiţi în acest scop un mare

număr de radioizotopi, dintre care o largă utilizare cunosc iodul 131, aurul 198 şi mai ales techneţiul 99m. Posibilitatea obţinerii, prin utilizarea radioizotopilor, a unei imagini scintigrafice (care poate fi supusă şi procesării digitale) a determinat încadrarea acestui domeniu de activitate al medicinii nucleare în categoria metodelor imagistice.

Datorită capacităţii lor de a se fixa şi concentra în anumite ţesuturi, unii izotopi realizează o iradiere intensă a acestora, astfel încît, introduşi în organism în cantităţi adecvate, pot fi utilizaţi în scop terapeutic. Unul dintre cele mai cunoscute exemple în acest sens îl reprezintă iodul radioactiv (131-I), larg utilizat în tratamentul hipertiroidiei şi cancerului tiroidian.

Complexitatea activităţilor, pe plan diagnostic şi terapeutic, pe care le implică utilizarea izotopilor radioactivi în scopuri medicale, ca şi metodologia particulară a acestor activităţi, explică individualizarea, în zilele noastre, a medicinii nucleare ca disciplină independentă.

Capitolul 1
BAZELE FIZICE ŞI TEHNICE ALE RÖNTGENDIAGNOSTICULUI

1.1. Noţiuni elementare de fizică atomică şi nucleară

Deşi probabil puţin atractivă, parcurgerea acestui subcapitol – care în intenţia autorului rămîne pur facultativă – se poate dovedi, pe parcursul procesului de iniţiere în domeniul radiologiei medicale, deosebit de utilă. Reprezentarea cît mai apropiată de realitate a structurii atomului, în lumina legităţilor care guvernează comportamentul particulelor sale, îşi găseşte justificarea cel puţin din două puncte de vedere:

– cel al explicării modului de producere în practică a radiaţiei X sau Röntgen, "instrumentul" fizic al acestei metode, şi cunoaşterii principalelor proprietăţi pe care se bazează utilizarea ei în investigaţia medicală;

– cel al înţelegerii modului de formare a imaginii (ca rezultat al interacţiei acestei radiaţii cu mediul anatomic supus explorării), a particularităţilor şi semnificaţiei ei reale.

In realitate, domeniul de aplicabilitate al acestor cunoştinţe este mult mai larg. Noţiuni fundamentale de fizică a atomului (în particular a nucleului atomic) sînt indispensabile în explicarea principiilor altor metode imagistice (scintigrafia izotopică, RMN), după cum interacţiile elementare ale particulelor atomice se regăsesc, ca premiză fenomenologică, în radiobiologie şi radioterapie.

1.1.1. Structura atomului.

Din comentariul care însoţeşte fig.1 nu trebuie înţeles că viziunea "planetară" comună asupra atomului – aşa cum este sugerată de primele "modele" apărute la începutul secolului nostru* (şi care, în fond, nu cuprinde neadevăruri de esenţă) – este condamnabilă. Trebuie desprinsă doar ideea că, întrucît domeniul fenomenologic al atomului şi particulelor sale este un domeniu în care legităţile fizicii clasice nu sînt aplicabile, reprezentările elaborate pe baza acestora sînt neadecvate. Să ne reamintim, în acest sens, bine cunoscutul model atomic imaginat de Rutherford în 1911 (fig.2).

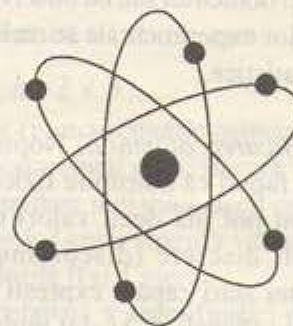


Fig.1. Un simbol al epocii atomice care nu are nimic comun cu structura atomilor. Figuri de acest fel apar deseori ca semne de avertizare sau ca embleme ale firmelor agenţiilor internaţionale şi altor organizaţii care au vreo legatură cu atomul. Nu este nimic rău în aceasta, cît timp figura este privită ca un simbol; dar există întotdeauna pericolul ca unii dintre noi să fie induşi în eroare şi să-şi închipuie că în realitate atomii arată astfel.

Atomismul modern utilizează, în descrierea existenţei şi comportamentului atomului, conceptele fundamentale ale fizicii cuantice, ceea ce permite o explicare coerentă a stabilităţii lui şi a proceselor fizice proprii microobiectelor care îl compun, în concordanţă cu rezultatele experimentale. Deosebirile esenţiale între fizica cuantică şi cea clasică sînt concentrate în două afirmaţii:

* *In virtutea acestor metode a fost statuat – după cum se ştie – faptul că atomul este un sistem fizic format dintr-un nucleu central, cuprinzind protoni şi neutroni, în jurul căruia "gravitează" electronii.*

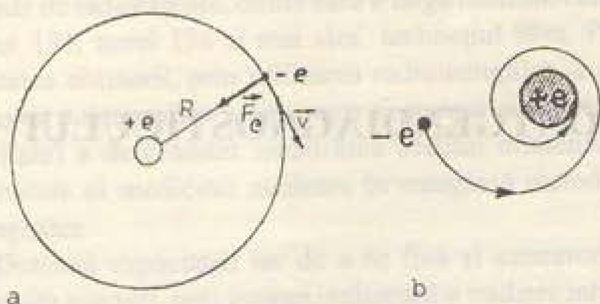


Fig.2. Atomul hidrogenoid al lui Rutherford este perfect din punctul de vedere al mecanicii clasice (a). Datorită energiei electromagnetice iradiate (ca urmare a deplasării sarcinii lui electrice), el n-ar putea "supraviețui" mai mult de 10^{-9} secunde (b), în contradicție cu toate datele experimentale.

1. mărimile măsurate (observabilele) nu pot lua orice valori;
2. comportarea sistemelor într-o experiență dată nu poate fi prevăzută decît statistic.

Din prima afirmație rezultă că atomul, ca sistem fizic de microobiecte, este supus regulilor de cuantificare; din cea de a doua, că, în domeniul său de observație, descrierea corectă a rezultatelor experimentale se realizează prin formularea de legi statistice.

1.1.1.1. *Cuantificarea atomului.* Noțiunea de cuantificare se referă la faptul că mărimile fizice care definesc starea atomului nu pot lua decît valori care variază în salturi, adică sînt discrete (discontinue). Parametri principali ai acestei stări capătă expresii care conțin de regulă constanta lui Planck, h, și sînt multipli întregi sau fracționari ai lui h. Una dintre constantele fundamentale ale fizicii universale, constanta lui Planck are valoarea:

$$(1.1)\quad h = 6,626 \times 10^{-34}\ \text{Js}\quad (\text{joule x sec})$$

Din această expresie rezultă că dimensiunea ei fizică decurge dintr-un produs [energie] x [timp], deci este cea a unei *acțiuni* (de unde denumirea de *cuantă de acțiune*). In modul de manifestare al fenomenelor la scara atomică, o cantitate de acțiune este în mod obligator un multiplu de h.

Mărimea constantei lui Planck constituie un criteriu de aplicabilitate a mecanicii cuantice, respectiv mecanicii clasice, în abordarea unui domeniu fenomenologic: dacă pentru un sistem fizic orice variabilă dinamică "naturală" avînd dimensiunea acțiunii (coordonatele spațiale, impulsul, momentul cinetic, viteza, energia etc.) are valori numerice comparabile cu h (așa cum este cazul atomului), comportarea sistemului trebuie descrisă în termenii mecanicii cuantice. Pe de altă parte, dacă fiecare asemenea variabilă este foarte mare în raport cu h, legile fizicii clasice sînt valabile cu o precizie suficientă.

După cum se știe, un criteriu similar, viteza luminii c ($3 \times 10^8\ ms^{-1}$) este utilizat în alegerea tratării "relativiste" sau "nerelativiste" a unui fenomen fizic: o tratare nerelativistă (clasică) este adecvată, adică suficient de precisă, dacă toate vitezele implicate sînt mici în comparație cu c.

A. Energia. Ideea cuantificării energiei atomului, principalul parametru care îi descrie starea, a fost materializată de N.Bohr, prin enunțarea primului dintre postulatele care stau la baza cunoscutului său model atomic semiclasic. Potrivit acestui postulat, energia unui atom (considerat în repaus) nu poate lua decît valori dintr-o mulțime discretă de energii $E1, E2$...; corespunzător acestor valori, mișcarea constituenților săi interni (electronii) se poate efectua numai pe anumite orbite "permise" sau orbite staționare, în care atomul nu emite și nu absoarbe energie. Aceasta îi conferă *starea staționară*, adică stabilitatea.

In cazul atomului de hidrogen, condiția de cuantificare pentru starea stabilă, staționară, este (potrivit unui postulat complementar al lui Bohr) ca momentul cinetic orbital* L al electronului (creat de mișcarea lui în jurul nucleului) să fie un multiplu întreg al mărimii $h/2\pi$, unde h este constanta lui Planck:

$$(1.2)\quad L = n \times \frac{h}{2\pi},\quad n = 1, 2, 3, \ldots \infty$$

(Pentru simplificare, valoarea $h/2p$ este scrisă de obicei sub forma $\hbar$, expresia (1.2.) devenind $L = n \times \hbar$).

Trebuie amintit că în cazul concret al mișcării orbitale a electronului, momentul cinetic L este rezultatul produsului dintre masa de repaus a electronului (m_e), viteza lui pe orbită (v) și raza orbitei (r):

$$(1.3)\quad L = m_e \times v \times r$$

Din expresia (1.2.) rezultă că electronul recunoaște un număr teoretic infinit de orbite staționare, fiecăreia corespunzîndu-i o rază (deci o distanță față de nucleu) de mărime diferită.

Numărul cuantic n, provenind din succesiunea numerelor naturale 1,2,3..., care caracterizează valoarea energiei

* *Momentul cinetic L (în raport cu o axă) este produsul dintre impulsul unui punct material (masa inertă x viteza) și distanța lui pînă la axă.*

totale a atomului, este denumit *număr cuantic principal*. Starea staţionară corespunzătoare numărului cuantic n=1 este *starea fundamentală*, în care electronul se roteşte pe orbita cea mai apropiată de nucleu (orbita sau pătura K) iar energia lui, E, are valoarea minimă (energia fundamentală).

In această situaţie, distanţa dintre electron şi nucleu ("prima rază a lui Bohr", marcată prin a_0) este de 5,29 x 10^{-11} m; celelalte raze, corespunzînd lui n = 2, n = 3, n = 4, au mărimile de $4a_0$, $9a_0$, respectiv $16a_0$.

Celelalte stări staţionare, corespunzătoare numerelor cuantice 2,3,4,..., respectiv orbitelor (păturilor) L,M,N..., sînt *stări excitate*.

Trebuie remarcat că dacă primul postulat al lui Bohr este interpretat "ad litteram", el apare fals. Starea "mai înaltă" decît cea fundamentală nu poate fi staţionară sau stabilă, deoarece atomul se dezexcită spontan din astfel de stări, într-un interval de timp evaluat la 10^{-8} secunde. (Este adevărat că acest interval poate fi considerat lung la scara atomică a timpului !).

Postulatul menţionat trebuie privit doar ca o primă aproximare în descrierea unor fenomene complexe, accepţiune în care se vădeşte util.

Stările în care $E < 0$ sînt *stări legate*, în care electronul aparţine atomului; dacă $E > 0$, electronul devine liber. E_x este energia limită între starea legată şi cea liberă a electronului.

Pentru a scoate din atom un electron aflat în starea caracterizată printr-un număr cuantic n, este necesară o energie de extracţie sau de ionizare $E_i = E_x - E_n$; aceasta poate fi produsă prin încălzire, coliziune sau iradiere. In cazul atomului de hidrogen, pentru electronul în starea n = 1, această energie ("potenţial de ionizare") este de 13,6 eV*.

In virtutea celui de al doilea postulat al lui Bohr, atomul poate absorbi sau emite energie, prin trecerea dintr-o stare staţionară în alta, adică printr-o tranziţie. In cursul unei tranziţii se emite sau se absoarbe întotdeauna o cuantă de radiaţie electromagnetică, sub forma unui foton** de energie $h\nu$, egală cu diferenţa dintre energiile stării iniţiale şi stării finale a atomului:

$$(1.4) \quad h\nu = E_f - E_i$$

* *1 eV (electron volt) este cantitatea de energie absorbită de un electron care se deplasează între două puncte aflate la o diferenţă de potenţial de un volt; valoarea mărimii lui este 1,60 x 10^{-19} Joule.*

** *Fotonul este particula elementară a cîmpului electromagnetic, posedînd o energie $E = h\nu$ şi un impuls h/λ; el posedă, de asemenea, şi proprietăţi de undă.*

unde E_i şi E_f sînt energia atomului în starea iniţială, respectiv finală, h constanta lui Planck iar ν frecvenţa radiaţiei electromagnetice. Este evident că dacă $E_f > E_i$ fotonul va fi absorbit; el va fi emis dacă $E_f < E_i$.

După cum se poate deduce, acest postulat presupune nu numai cuantificarea emisiei şi absorbţiei de radiaţii electromagnetice de către atom, ci şi faptul că radiaţia electromagnetică însăşi are un caracter discret; undele electromagnetice îşi pot modifica energia numai printr-o cantitate care este un multiplu întreg al cuantei energiei fotonului $w_0 = h\nu$.

B. Celelalte variabile fizice. Odată cu tratarea stării atomului după conceptele mecanicii cuantice, s-a impus şi cuantificarea altor parametri ce caracterizează această stare.

Momentul cinetic orbital (L) al electronului este cuantificat prin *numărul cuantic l*, denumit număr cuantic orbital. Marimea numerică (modulul) momentului cinetic orbital este dată de relaţia:

$$(1.5) \quad |L| = h\sqrt{l(l+1)}, \quad l = 0,1,2,...n-1$$

din care rezultă că L nu poate lua decît valorile $0h, h\sqrt{1\times 2}, h\sqrt{2\times 3},....$

Pentru un n (număr cuantic principal) dat, l poate lua un număr de valori egal cu n, fiecare dintre acestea fiind cu cel puţin o unitate mai mică decît cea a lui n. De exemplu, pentru n = 1, l are o singură valoare, 0; pentru n = 2, l poate lua valorile 0 şi 1 etc.

(O tratare detaliată a semnificaţiei numărului cuantic l depăşeşte intenţiile autorului; numărul a fost doar menţionat, întrucît, în continuare, va apărea ca element de referinţă în definirea altor parametri ai stării atomului. Ar fi de reţinut, totuşi, că fiind expresia cuantificată a momentului cinetic, el este un factor de definire a poziţiei posibile a electronului într-un plan).

Momentul magnetic. In mişcarea sa pe orbită, electronul încărcat electric creează un curent circular închis, care dă naştere unui *cîmp magnetic* orientat perpendicular pe conturul acestuia. Momentul magnetic $\vec{\mu}$ al mişcării electronului este definit printr-un număr cuantic propriu m, care pentru un l dat, poate lua toate valorile de la -1 la $+1$, diferite între ele prin cîte o unitate. Astfel, pentru l = 1, m = -1, 0, +1. In general, mărimea numerică a lui m se înscrie în şirul de valori 0, ± 1, ± 2,..., $\pm l$.

(Intrucît cîmpul magnetic nu poate fi descris decît utilizînd toate cele trei coordonate spaţiale, m, care în construcţia grafică este proiecţia lui l pe una din coordonate, exprimă orientarea în spaţiu a planului unei orbite).

Electronului i se mai atribuie și un moment cinetic propriu $\vec{s}$, datorat rotației în jurul axei sale și denumit spin. Acesta ia, de asemenea, numai valori cuantificate, multipli semiîntregi de $\hbar$; pentru un l dat, numărul cuantic corespunzător, s, poate fi +½ sau -½, potrivit sensului mișcării. Este evident că spinul creează și un moment magnetic propriu, căruia i se atribuie numărul cuantic $\vec{m_s}$.

Desăvîrșind modelul atomului hidrogenoid al lui Bohr, fizica cuantică dă o explicație satisfăcătoare unor aspecte de esență, cum ar fi stabilitatea atomului, condiționată de energia stării lui fundamentale, cea mai joasă energie a sistemului pe care îl constituie. In final, modelul cuantic al atomului hidrogenoid oferă imaginea unui edificiu întins, fără o stabilitate deosebită, în interiorul căruia electronul descrie o mișcare relativ lentă ($c/137$) în jurul nucleului, la o distanță mare în raport cu unitățile naturale definitorii.

Fizica cuantică permite în același timp și explicarea structurii *atomului cu mai mulți electroni*, care nu era posibilă înainte de elaborarea conceptelor sale.

O reprezentare corectă a acestui tip de atom trebuie să țină seama, pe lîngă forța centrală de atracție a nucleului, și de forțele de respingere reciprocă a electronilor. In analiza condițiilor respective, două concluzii importante s-au impus:

1. Electronii din atomii multi-electronici se grupează energetic și spațial în așa-numite *pături electronice* (orbitali).

2. Există o vădită tendință de grupare a cîte doi electroni, astfel ca energia sistemului să fie minimă. Această proprietate de ordin general a fost enunțată de Pauli (1924) în termenii *principiului excluziunii*, potrivit căruia într-un atom nu pot exista doi electroni cu numere cuantice identice; un orbital poate cuprinde maximum doi electroni, diferiți între ei prin semnul numărului cuantic de spin (adică "antiparaleli"). In general, așa cum am mai arătat, pentru un n dat, l va putea lua valori distincte; pentru fiecare l vor exista $2l + 1$ posibilități de orientare spațială (descrise prin m) și pentru fiecare m vor fi posibile două orientări de spin. Rezultă că numărul maxim de electroni pentru un n dat (luînd toate valorile posibile pentru l, m și s) va fi dat de suma:

$$(1.6) \quad \sum_{l=0}^{n-1} 2(2l+1) = 2n^2$$

Toți electronii cu un n dat vor face parte dintr-o pătură; toți electronii cu aceeași valoare a lui l formează o subpătura (orbital). Dezvoltarea acestor premize permite reprezentarea așa-numitei "configurații electronice", definitorii pentru starea atomului în cazul concret al unui anumit număr de electroni pe care îi posedă. Ținînd seama de numerele cuantice n și l, se obișnuiește notarea diferitelor stări ale electronilor prin simboluri. Fiecare simbol conține un coeficient numeric egal cu numărul cuantic principal n și notația literală a numărului cuantic orbital l după schema:

l = 0, 1, 2, 3, 4, 5,....
s, p, d, f, g, h,....

(De exemplu, starea pentru care $n = 1$ și $l = 0$ se notează prin simbolul 1s; pentru $n = 2$, există stările 2s și 2p; pentru $n = 3$ sînt posibile stările 3s, 3p, 3d etc.)

1.1.1.2. *Dualitatea particulă-undă.* Una dintre cele mai importante caracteristici ale obiectelor cuantice (obiecte a căror evoluție nu poate fi explicată decît pe baza fizicii cuantice) este legătura dintre proprietățile lor corpusculare și ondulatorii. Această legătură, enunțată de **L. de Broglie** (1924), constă din faptul că fiecărei particule în mișcare îi este atașată o undă, unda *de Broglie*, care se propagă în direcția și cu viteza particulei. In mod reciproc, orice undă (cum ar fi, de exemplu, o radiație electromagnetică) presupune deplasarea unei particule asociate (în exemplul dat, un foton).

Intr-o altă accepțiune – care nu este unanim agreată – particula liberă în mișcare și unda de Broglie se identifică; în cazul electronului atomic, ele reprezintă trăsături intrinseci ale acestuia.

Proprietățile de particulă, exprimate prin energia E și impulsul p (egal cu produsul $m \times v$) sînt legate de proprietățile de undă (frecvența și lungimea de undă) prin relațiile:

$$(1.7) \quad E = h\nu; \; p = \frac{h}{\lambda}; \; \lambda = \frac{h}{p}; \; (\lambda = \frac{h}{mv})$$

unde **h** este constanta lui Planck.

Dacă particula în mișcare se comportă ca o undă, este posibil ca ea să fie descrisă printr-o funcție de undă $\Phi(\vec{r},t)$, unde $\vec{r}$ se referă la direcția mișcării, iar t la timp.

1.1.1.3. *Relațiile de incertitudine.* Așa cum am menționat mai înainte, în cazul obiectelor cuantice, legile dinamicii clasice nu sînt valabile; descrierea corectă și generalizarea rezultatelor experimentale se poate face numai prin legi statistice. In opoziție cu fizica clasică, care consideră variabilele dinamice (observabilele) pentru un sistem sau particulă (coordonatele de poziție, impulsul, momentul cinetic, vectorii de cîmp electric și magnetic)

ca funcţii bine definite, ce pot fi în principiu măsurate şi specificate oricît de precis, mecanica cuantică (Heisenberg, Schrödinger, 1926) postulează existenţa unei limite fundamentale a preciziei cu care aceste variabile pot fi cunoscute. Această limită se datorează în esenţă interacţiunii dintre aparatul de măsură şi microobiectul supus măsurării, adică interacţiunii dintre un obiect "clasic" şi unul cuantic. Pentru oricare dintre observabilele menţionate, rezultatul unei măsurători nu poate fi interpretat decît statistic, pe baza unui mare număr de operaţii. De exemplu, localizarea unei particule în mişcare se poate exprima printr-o lege statistică ce determină probabilitatea de a găsi particula într-un anumit interval al unei coordonate spaţiale ; în virtutea acestei legi se poate calcula poziţia medie a particulei şi densitatea de probabilitate în localizarea ei.

Recunoaşterea limitei menţionate a condus la enunţarea aşa-numitului "principiu de incertitudine" (nedeterminare) şi a unor "relaţii de incertitudine". Una dintre aceste relaţii se referă, de exemplu, la perechea de variabile poziţie–impuls şi conduce la concluzia că valorile acestor variabile nu pot fi niciodată determinate cu precizie în acelaşi timp. Formulată de Heisenberg, relaţia respectivă are expresia:

$$(1.8)\quad \Delta x \Delta p \geq h$$

unde x este coordonata de poziţie a particulei, p impulsul ei, iar h constanta lui Planck.

De o manieră mai curînd intuitivă, mărimile x şi p pot fi considerate ca inexactităţile cu care pot fi calculate poziţia şi impulsul particulei în spaţiu. Dacă se cunoaşte impulsul cu o eroare de Δp, atunci poziţia se poate cunoaşte cu o eroare mai mare sau egală cu $\Delta h/p$. (Tratarea riguroasă a relaţiei, destul de complicată, se poate găsi în orice manual de fizică de nivel superior)

Una dintre concluziile la care conduce inevitabil această relaţie este că noţiunea de "traiectorie" îşi pierde sensul dacă se încearcă reprezentarea mişcării electronului în interiorul atomului. In acest caz, vorbim de *probabilitatea* de a găsi electronul într-o anumită regiune a spaţiului. Aceasta conduce la expresia de ***nor orbital electronic*** (regiune cu densitate maximă de probabilitate), care înlocuieşte conceptul de traiectorie, respectiv de orbită a electronului.

In lumina principiului de nedeterminare, reprezentarea structurii atomului capătă expresii total diferite de modelele clasice şi semicuantice. In cazul atomului hidrogenoid, dacă se consideră electronul în mişcare, acesta se poate afla în toate acele puncte ale spaţiului în care densitatea de probabilitate este diferită de zero;

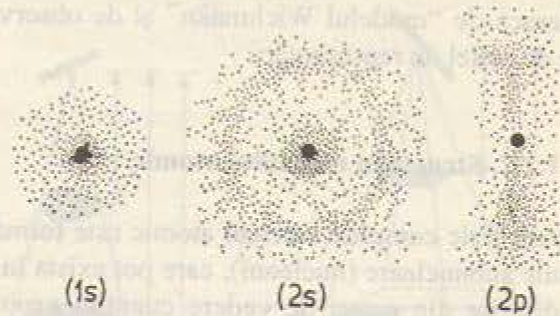


Fig.3. Reprezentarea atomului hidrogenoid în stările 1s (n=1, l=0), 2s (n=2, l=0) şi 2p (n=2, l=1) în viziunea mecanicii cuantice.

este evident că electronul va trece cel mai des prin punctele unde densitatea de probabilitate este maximă. Presupunînd că s-a reuşit fotografierea atomului printr-o expunere de durată lungă, atunci imaginea electronului va fi neclară şi va avea una din formele din fig.3, în funcţie de starea în care se află; se poate spune că fig.3 reprezintă prezenţa electronului "extinsă" în tot spaţiul sub formă de "nor".

In încheierea acestui subcapitol, autorul îşi permite să atragă atenţia asupra faptului că orice încercare de a reprezenta grafic un atom este sortită eşecului. Un desen sugerează doar ceva ce poate fi observat de proprii noştri ochi. Comportarea unui atom este însă atît de diferită de comportarea oricărui obiect macroscopic, încît o vizualizare directă este lipsită de sens. Aceasta nu ne împiedică să reprezentăm printr-un desen unele aspecte ale atomului. In măsura în care convenţiile pe care se bazează desenul sînt înţelese, imaginea poate transmite un mesaj. "Modelul" atomului de heliu din fig.4 aparţine cunoscutului fizician american E.H.Wichmann (Universitatea Berkeley, California), care nu îl consideră cîtuşi de puţin neserios. El este destinat să reliefeze faptul că în atomii uşori electronii se mişcă foarte lent, dar mai ales să-i sugereze cititorului că, ori de cîte ori va vedea

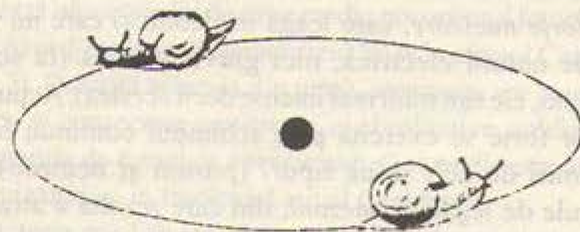


Fig.4. "Modelul atomic Wichman"

un desen al unui atom, nucleu sau moleculă, să-şi amintească de "modelul Wichmann" şi de observaţiile legate de astfel de reprezentări.

1.1.2. Structura nucleului atomic

Sistem fizic complex, nucleul atomic este format din particule subnucleare (nucleoni), care pot exista în două stări diferite din punct de vedere cuantic: *protoni* şi *neutroni*.

O specie nucleară individuală (nuclid) este caracterizată printr-un număr Z de protoni şi unul N de neutroni. Numărul Z, care corespunde celui al electronilor, este denumit număr atomic; suma $Z + N$ a nucleonilor, exprimată prin A ($A = Z + N$) este numărul de masă al atomului.

Nuclizii sînt definiţi grafic prin simbolul elementului chimic respectiv (X), la care se adaugă indicii corespunzători numărului de masă (al nucleonilor) şi celui al protonilor:



$^{A}_{Z}X$ (de exemplu $^{12}_{6}C$)

Numărul neutronilor (N) poate fi dedus cu uşurinţă din operaţia $A - Z = N$. Doi nuclizi cu acelaşi Z, dar cu A diferit, sînt denumiţi *izotopi*.

In diferite situaţii, mai sînt utilizaţi termenii: *izobari* (pentru nuclizi cu acelaşi A, dar cu Z diferit), *izotoni* (nuclizi cu acelaşi N, dar cu A şi Z diferit) şi *izomeri* (nuclizi cu masă şi număr atomic identice, dar care diferă prin proprietăţile lor radioactive).

Protonul are o masă de repaus m_p egală cu 1,007276 u* (de 1836 ori mai mare decît masa de repaus a electronului) şi o sarcină electrică egală cu a acestuia, dar de semn opus (pozitivă). Neutronul este lipsit de sarcină electrică iar masa lui de repaus este de 1,008665 u. Atît protonul cît şi neutronul posedă o mişcare de rotaţie în jurul propriei axe (spin), marcat prin numere cuantice +1 sau -1, care le conferă un moment magnetic propriu.

Stabilitatea relativă a nucleului se explică prin existenţa unor *forţe nucleare*, care leagă nucleonii şi care nu sînt nici de natură electrică, nici gravitaţională (la scara nucleului, ele sînt mult mai intense decît acestea). Acţiunea acestor forţe se exercită prin schimbul continuu între nucleonii de cele două tipuri (proton şi neutron) de particule de legatură, *mezoni*, din care rezultă o atracţie de tip special, cu o "tărie" considerabilă, fără analog în fizica clasică. Forţele nucleare sînt centrale şi au o rază de acţiune foarte mică ($r \approx 10^{-15}$ m).

Suma maselor experimentale m_p şi m_n ale tuturor protonilor şi neutronilor unui nucleu este diferită de masa experimentală a nucleului, M. Diferenţa:

$$(1.9)\quad [Zm_p + (A-Z)m_p] - M = \Delta m$$

se numeşte *defect de masă*. Acesteia îi corespunde energia $E = \Delta mc^2$ **, sau *energia de legătură*, care reprezintă energia desfacerii nucleului în nucleonii componenţi sau energia care se eliberează în procesul formării nucleului din nucleoni.

Modele nucleare. In încercările de a explica structura intimă a nucleului, au fost elaborate, ca şi în cazul atomului însuşi, o serie de "modele", care oferă o reprezentare mai curînd intuitivă a acestei structuri:

- modelul "picăturii" reliefează omogenitatea densităţii nucleului şi analogia mişcării nucleonilor cu cea a agitaţiei termice a unei molecule;
- modelul "păturilor" sugerează ideea existenţei unor pături energetice cuantificate, în care nucleonii se grupează în perechi de spin opus şi se mişcă pe orbite independente (similar electronilor în atom);
- modelul "unificat" consideră că nucleonul se mişcă individual în cîmpul determinat de ceilalţi nucleoni şi, concomitent, se deplasează cu întreaga pătură din care face parte.

Particulele elementare ale nucleului. In cursul studiilor experimentale efectuate în ultimele decenii pentru determinarea naturii interacţiilor nucleare, a fost pus în evidenţă un număr considerabil de particule componente ale nucleului. Acestea au o masă şi un timp mediu de viaţă extrem de variabile şi au fost grupate de Feynman în cîteva categorii principale ("octete"):

- leptoni (particule uşoare): electroni, pozitroni, miuoni, neutrini etc.
- mezoni (particule cu masa medie)
- barioni (particule grele): protoni, neutroni, hiperoni

Unele din aceste particule (aşa cum sînt mezonii p) participă nemijlocit la realizarea forţelor nucleare, care asigură coeziunea şi stabilitatea nucleului. Mai trebuie menţionat faptul că fiecărei particule îi corespunde o antiparticulă (cu aceeaşi masă, spin şi timp de viaţă, dar cu sarcină şi număr barionic diferit) şi că principalele lor caracteristici fizice sînt cuantificate.

In ultimii ani, anomaliile de manifestare a unor particule în cursul experienţelor au făcut să se presupună existenţa unor structuri subelementare, *quarkurile*.

** u este unitatea atomică de masă, egală cu 1/12 din masa atomului de carbon, adică $1,66 \times 10^{-27}$ kg*

*** conform relaţiei relativiste dintre masă şi energie*

1.2. Radiaţiile Röntgen; natură, proprietăţi fundamentale

Fascicului de radiaţii X sau Röntgen este un fascicul de fotoni, adică o radiaţie* electromagnetică a cărei energie este definită, conform mecanicii cuantice, prin relaţia:

$$(1.10)\quad E = h\nu$$

unde E este energia cuantei fotonului, h constanta lui Planck iar ν frecvenţa undei electromagnetice; în consecinţă, el va manifesta toate proprietăţile fotonilor.

Descrierea acestor proprietăţi în cele ce urmează nu este nici exhaustivă, nici absolut riguroasă, ea nu îşi propune decît reliefarea unor aspecte nemijlocit legate de practica radiologiei medicale.

Este totuşi necesar de reamintit că fotonul, particula elementară a cîmpului electromagnetic, nu posedă nici sarcină electrică nici masă de repaus şi, în consecinţă, nu poate fi imaginat decît în mişcare.

1.2.1. Divergenţa

In general, fasciculul de fotoni poate fi descris geometric ca un con, în interiorul căruia fotonii porniţi de la o sursă – considerată în mod ideal ca punctiformă – diverg pe măsură ce se îndepărtează de aceasta, acoperind o arie de proiecţie din ce în ce mai mare (fig.5). Rezultatul divergenţei este scăderea intensitaţii fasciculului, proporţională cu pătratul distanţei faţă de sursă, descrisă de relaţia:

$$(1.11)\quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Acest fenomen caracteristic are numeroase implicaţii de ordin practic, impunînd, printre altele, unele particularităţi tehnicilor de examinare şi tratament.

El explică, de asemenea, una din trăsăturile fundamentale ale formării imaginii radiologice, ***proiecţia conică***. In sfîrşit, acelaşi fenomen devine un factor important în protecţia faţă de radiaţii.

** Termenul de "radiaţie" semnifică un transport direcţionat spaţial de energie sau de particule materiale; energia, respectiv particulele transportate, sînt şi ele insele denumite radiaţie.*

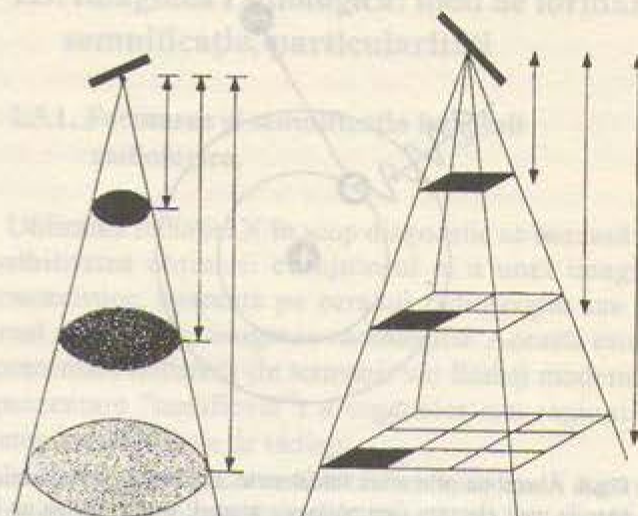


Fig.5. Divergenţa fasciculului de radiţii produce scăderea intensităţii lui cu pătratul distanţei faţă de sursă.

1.2.2. Atenuarea

Este principalul proces fizic la care este supus fasciculul de fotoni la trecerea lui prin materie. Prin atenuare trebuie inţeleasă reducerea intensităţii fasciculului datorată *scăderii numărului de fotoni incidenţi*. Fenomenul este descris de relaţia:

$$(1.12)\quad I = I_0 e^{-\mu d}$$

unde I_0 este intensitatea iniţială, I intensitatea după parcurgerea unui strat de materie de grosime d, iar μ coeficientul de atenuare al mediului strabătut. Mărimea acestui coeficient este condiţionată în principiu de densitatea ρ şi numărul atomic Z al mediului, ca şi de lungimea de undă λ a radiaţiei, la rîndul ei invers proporţională cu frecvenţa ν.

La baza atenuării fasciculului de radiaţii Röntgen se situează *absorbţia* lui de către mediu prin efectul fotoelectric (fig.6) şi *difuziunea* (împrăştierea) lui prin efectul Compton (fig.7). Datorită acestuia din urmă, atenuarea are nu numai efecte şi consecinţe cantitative, ci şi calitative, soldîndu-se cu apariţia de fotoni de energie redusă şi cu direcţie diferită de cei cuprinşi în fasciculul iniţial (incident).

A treia modificare elementară pe care o poate recunoaşte fotonul, materializarea lui prin transformarea în două particule cu masă şi sarcină electrică de sens opus (electron şi pozitron) nu se produce în condiţiile concrete ale practicării *Röntgendiagnosticului*.

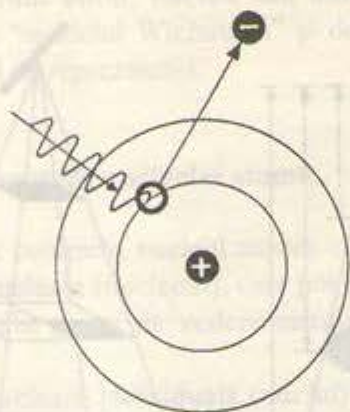


Fig.6. Absorbţia prin efect fotoelectric. Fotonul cedează întreaga lui energie unui electron care părăseşte atomul; acesta devine un ion pozitiv.

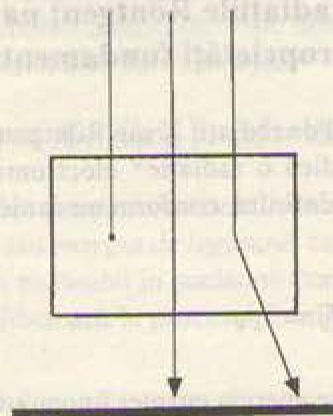


Fig 8.

Fenomenul atenuării radiaţiei poate fi considerat ca inversul capacităţii acesteia de a penetra mediul. In adevăr, spre deosebire de fotonii de energie joasă, aşa cum sînt cei ai luminii vizibile, fotonii X nu sînt reflectaţi sau absorbiţi la suprafaţa corpurilor, ci le străbat în măsura în care nu dispar în urma interacţiilor cu atomii mediului. In practică, se obişnuieşte ca această trăsătură fizică să fie denumită *penetrabilitate*. In fig.8 este reprezentată "soarta" fotonilor individuali ai fasciculului la trecerea lor prin materie (de la stînga la dreapta: foton absorbit, penetrant, respectiv împrăştiat).

1.2.3. Luminescenţa

Cu variantele ei, *fluorescenţa* şi *fosforescenţa*, este fenomenul fizic prin care fotonii radiaţiei X, excitînd atomii anumitor materiale, produc indirect, în cursul dezexcitării acestora, o emisie de fotoni cu lungimi de undă situate în spectrul luminii vizibile. O parte din energia lor este deci convertită pe această cale într-o radiaţie luminoasă, perceptibilă de către retină. In practica radiodiagnosticului, prin utilizarea ecranelor fluorescente, fasciculul de radiaţii Röntgen produce imaginea radioscopică.

Fluorescenţa este forma de luminescenţă care se manifestă numai atîta timp cît radiaţia X interacţionează cu materialul, spre deosebire de *fosforescenţă*, persistentă un anumit timp după încetarea interacţiei directe. Este evident că în radioscopie nu poate fi utilizată decît fluorescenţa; manifestarea fosforescenţei, chiar pentru un timp scurt, produce o remanenţă a imaginii care este stînjenitoare pentru examinator.

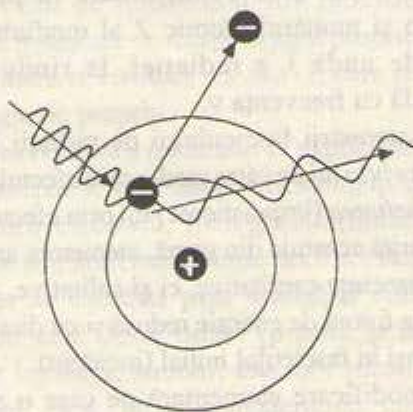


Fig.7. Efectul Compton. Fotonul cedează o parte din energia sa unui electron care părăseşte atomul. Apare un foton cu energie redusă şi cu direcţie modificată.

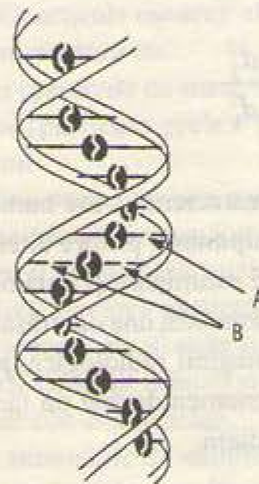


Fig. 9.

Substanţele fluorescente folosite în practică vor fi prezentate într-o altă secţiune.

1.2.4. Efectele chimice

Dintre numeroasele efecte de ordin chimic produse de radiaţiile X, efecte care îşi au originea în ionizarea şi excitarea moleculelor mediului, capacitatea de a impresiona o emulsie fotografică este larg exploatată în practica radiodiagnosticului. Ea permite obţinerea *radiografiei*, adică a imaginii radiologice fixate pe film. Radiografia, produsă în virtutea aceleiaşi procesări prin care se obţine un clişeu fotografic, este o imagine negativă a celei observate în radioscopie.

1.2.5. Efecte biologice

Capacitatea radiaţiilor X de a ioniza mediul parcurs, comună unei categorii largi de radiaţii – electromagnetice şi corpusculare – se situează la baza efectelor lor *biologice*. Aceste efecte, deosebit de complexe şi variate, studiate experimental de radiobiologie, sînt utilizate în practica radioterapiei (în prezentul material le este consacrat un capitol aparte). In fig.9 este prezentat, ca exemplu, efectul iradierii asupra acidului dezoxiribonucleic (ADN), purtătorul informaţiei genetice. In urma ionizărilor, s-a produs o ruptură unică (A), respectiv dublă (B), a legăturilor dintre spiralele moleculare, cu posibilitatea apariţiei unei mutaţii.

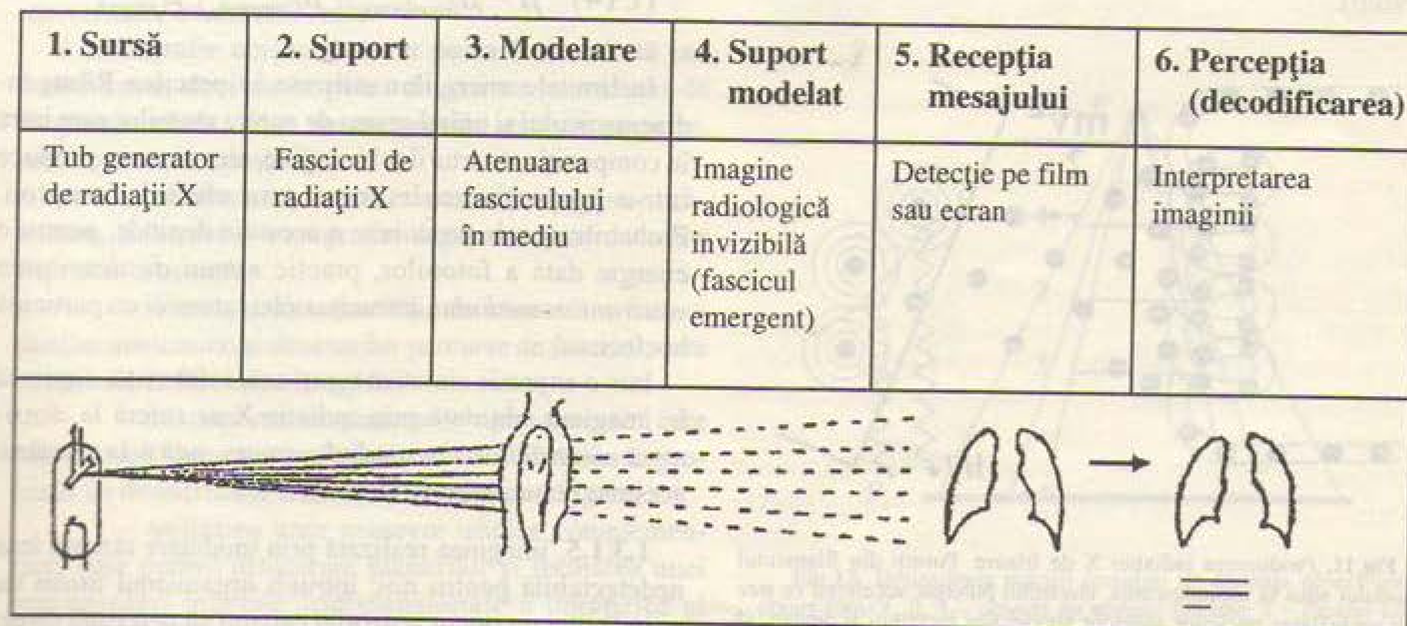
1.3. Imaginea radiologică: mod de formare, semnificaţie, particularităţi

1.3.1. Formarea şi semnificaţia imaginii radiologice.

Utilizarea radiaţiei X în scop diagnostic se bazează pe posibilitatea obţinerii cu ajutorul ei a unei imagini caracteristice, aparentă pe ecranul radioscopic sau pe filmul radiografic, *imaginea radiologică*. Aceasta este o reprezentare indirectă (în termenii uni limbaj modern, o reprezentare "codificată") a organelor sau regiunilor anatomice străbătute de radiaţii.

Imaginea vizuală comună a elementelor lumii care ne înconjoară, bazată pe reflectarea luminii de către suprafaţa corpurilor, este în realitate tot o imagine codificată pe care o creează analizatorul optic şi căreia creierul îi atribuie o anumită semnificaţie. Imaginea radiologică nu are însă un corespondent material explicabil în virtutea legilor fiziologiei vederii; pentru a-i desluşi sensul real, ea nu poate fi pur şi simplu "citită", ci trebuie să fie întotdeauna *interpretată*, adică decodificată printr-un proces mental particular, care implică un grad important de convenţie.

Conform teoriei informaţiei, imaginea radiologică este de fapt un mesaj cu privire la structura mediului examinat, transmis pe calea radiaţiei X, a cărui geneză trebuie explicată considerînd diferitele momente proprii unui aşa-numit "lanţ informaţional" (fig.10).



1. Sursă	2. Suport	3. Modelare	4. Suport modelat	5. Recepţia mesajului	6. Percepţia (decodificarea)
Tub generator de radiaţii X	Fascicul de radiaţii X	Atenuarea fasciculului în mediu	Imagine radiologică invizibilă (fascicul emergent)	Detecţie pe film sau ecran	Interpretarea imaginii

Fig.10. Lanţul informaţional reprezentat de imaginea radiologică.

1.3.1.1. *Sursa* de emitere a mesajului, mai exact sursa suportului prin care se transmite informaţia, este reprezentată de tubul generator de radiaţii X. In tubul radiogen, electronii puternic acceleraţi de diferenţa de potenţial dintre catod şi anticatod (anoda) suferă la nivelul acestuia din urmă fenomenul de *frînare* (fig.11), prin care o parte din energia lor cinetică se transformă în fotoni X, cu cuanta hv:

$$(1.13)\quad \frac{mv^2}{2} \rightarrow h\upsilon$$

Frînarea este interacţia fizică dintre un electron ce se deplasează în vecinătatea unui nucleu atomic (cu sarcină pozitivă) şi nucleul respectiv, soldată cu devierea traiectoriei electronului şi încetinirea acestuia. Conform teoriei cuantice, în asemenea condiţii se emite un foton, a cărui energie este prelevată din energia cinetică a electronului. Rezultatul fenomenului de frînare este deci apariţia unei radiaţii electromagnetice (radiaţia X de frînare) şi scăderea energiei cinetice a electronului (fig.11).

Trebuie înţeles că, în cursul interacţiei lor cu atomii anodei, electronii cedează energia treptat şi la întîmplare, fiecare act de emisie electromagnetică fiind responsabil de o anumită frecvenţă. In ansamblul ei, radiaţia Röntgen produsă pe această cale ("Brehmsstrahlung") are un spectru continuu de lungimi de undă. Limita inferioară a acestui spectru corespunde situaţiei extreme în care energia cinetică a electronului se transformă dintr-o dată într-o cuantă de energie hv maximă, corespunzătoare energiei de accelerare aplicată la bornele tubului radiogen (exprimată în volţi).

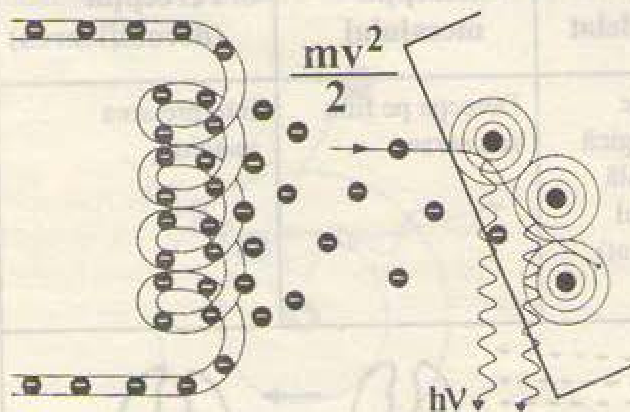


Fig.11. Producerea radiaţiei X de frînare. Porniţi din filamentul catodului adus la incandescenţă, electronii puternic acceleraţi ce trec prin vecinătatea nucleilor atomilor anodei sînt încetiniţi şi deviaţi. O parte din energia lor apare sub forma unei cuante de radiaţie X.

1.3.1.2. *Fasciculul* de radiaţii Röntgen generat în acest mod constituie *suportul* propriu-zis al informaţiei sau mesajului.

1.3.1.3. In continuare, fasciculul obţinut este proiectat asupra organului sau regiunii anatomice examinate şi este *modelat* de acestea, în esenţă prin procesul de atenuare.

Am văzut că atenuarea depinde fundamental de *grosimea*, *densitatea* şi mai ales de *numărul atomic* al mediului parcurs. Fiecare fracţiune a fasciculului de radiaţii devine un veritabil aparat de măsură, care analizează plan cu plan, în direcţia lui de propagare, mediul pe care îl străbate şi capătă, prin gradul în care este treptat atenuat, o încărcătură informaţională. El se transformă într-un semnal care reflectă mărimea parametrilor menţionaţi. Cum regiunea anatomică parcursă de întregul fascicul cuprinde structuri ce diferă ca grosime, densitate şi număr atomic, atenuarea va fi la rîndul ei diferită de la o regiune la alta a fasciculului.

1.3.1.4. Totalitatea semnalelor pe care le cuprinde fasciculul modelat, adică *imaginea* în ansamblul ei, reflectă diferenţa sau contrastul pe care le creează structurile parcurse în ceea ce priveşte capacitatea lor de a atenua fasciculul sau de a fi penetrate de acesta.

Aşa cum am văzut, mediului parcurs de radiaţia X îi este propriu un anumit *coeficient de atenuare* μ; acesta rezultă din suma probabilităţilor de producere, în mediul respectiv, a celor trei tipuri de interacţii elementare ale fotonilor, efectul fotoelectric, efectul Compton şi formarea de perechi de particule:

$$(1.14)\quad \mu = \mu_{fotoelectric} + \mu_{Compton} + \mu_{perech}$$

In limitele energiilor utilizate în practica Röntgendiagnosticului şi ţinînd seama de natura atomilor care intră în compoziţia structurilor biologice, atenuarea se produce într-o proporţie covîrşitoare prin efectul Compton. Probabilitatea de producere a acestuia depinde, pentru o energie dată a fotonilor, practic *numai de densitatea electronilor mediului*, întrucît nucleii atomici nu participă la efect.

Intr-o expresie sintetică riguroasă, informaţia cuprinsă în imaginea obţinută prin radiaţia X se referă la *densitatea electronilor din mediul parcurs*, adică la numărul acestora pe unitatea de volum.

1.3.1.5. Imaginea realizată prin modelare rămîne însă nedetectabilă pentru noi, întrucît organismul uman nu posedă nici un organ senzorial capabil să perceapă direct radiaţia X.

Ca simplă curiozitate, trebuie menţionat faptul pe care l-am sesizat în practică, fără a-l putea verifica pe o scară mai largă, că retina unor persoane percepe totuşi radiaţia Röntgen sub forma de "pete de lumină".

In practică, pentru a putea detecta mesajul, acesta trebuie să fie tradus în semnale optice, folosind fie un ecran fluorescent, fie un film radiografic. Datorită luminescenţei sau impresionării emulsiei fotografice, *imaginea primară sau latentă* devine o *imagine vizuală*, mesajul capătă posibilitatea de a fi recepţionat. Proprietatea mediului străbătut de a atenua sau de a fi penetrat într-o anumită măsură de către fascicul devine proprietatea de a fi mai mult sau mai puţin *radioopac*, respectiv *radiotransparent*. In acest mod, el poate fi înregistrat de organul vizual al examinatorului.

1.3.1.6. Urmează, în sfîrşit, ca informaţia ce rezultă din totalitatea semnalelor purtate de fascicul să fie *decodificată*, adică *interpretată*.

Decodificarea este în realitate un proces mental deosebit de complex. Aşa cum am văzut, semnalele se formează prin parcurgerea strat cu strat de către fascicul a regiunii anatomice examinate şi prin sumarea treptată a informaţiilor cu privire la capacitatea de atenuare a structurilor din componenţa straturilor succesive. Numărul acestor semnale, prezente în imaginea radiologică, este imens; nu toate însă sînt utile.

Procesul decodificării trebuie, înainte de toate, să realizeze un discernămînt şi o selecţie a lor, reliefîndu-le pe cele care pot avea o semnificaţie anatomo-clinică şi care constituie de fapt o proporţie foarte redusă. Pe baza acestora, urmează să fie identificate structurile care le-au generat, astfel încît imaginea să capete sensul unei *reprezentări anatomice* reale.

O radiografie obişnuită nu ar putea fi descifrată sau decodificată, deci nu ar putea deveni un instrument de diagnostic clinic, dacă nu am poseda anumite premize, care constau în esenţă din:

– cunoaşterea exactă a anatomiei regiunii examinate, a formei şi topografiei organelor şi structurilor cuprinse în aceasta;

– cunoaşterea capacităţii de atenuare a formaţiunilor anatomice şi structurilor parcurse de fascicul, care contribuie la formarea imaginii;

– cunoaşterea imaginii radiologice normale, care odată fixată în memorie, devine un veritabil etalon în procesul de decodificare a oricărei imagini patologice;

– utilizarea unor manevre tehnice complementare, care permit disocierea planurilor şi formarea unei reprezentări mentale tridimensionale a organelor şi formaţiunilor anatomice examinate.

1.3.2. Particularităţile imaginii radiologice.

In procesul de formare a imaginii radiologice se manifestă inevitabil proprietăţile fasciculului de radiaţii; dintre acestea, unele influenţează sensibil trăsăturile ei optice, astfel încît considerarea lor atentă este indispensabilă unei interpretări corecte.

1.3.2.1. *Proiecţia conică.* Datorită *divergenţei* şi *formei conice* a fasciculului, imaginea radiologică a unui obiect (organ sau formaţiune anatomică) este întotdeauna o imagine *mărită*. Efectul de mărire poate fi evaluat prin prisma legilor optice aplicabile şi luminii vizibile; el este cu atît mai pronunţat, cu cît obiectul se găseşte mai aproape de sursa radiaţiei (tubul radiogen) şi mai departe de planul de proiecţie, reprezentat de film sau ecran (fig.12). In practică, pentru a diminua cît mai mult efectul de mărire (teoretic, el nu poate fi niciodată eliminat), deci pentru a obţine o imagine cu dimensiuni cît mai apropiate de cele reale ale obiectului, adică imaginea izometrică, este necesar ca acesta să fie situat cît mai aproape de film sau ecran şi cît mai departe de tubul radiogen, adică de sursa fasciculului.

Creşterea distanţei dintre tub şi ecran este limitată de considerente tehnice; o radiografie efectuată cu o distanţă sursă-film de 1,5 – 2 m, adică o *teleradiografie*, oferă însă o imagine a cărei mărire poate fi apreciată ca neglijabilă.

Mărirea imaginii obiectului nu este singura consecinţă a formei conice a fasciculului; pentru înţelegerea celorlalte, este necesar să se aibă în vedere faptul că fasciculul este compus dintr-o regiune *centrală* (a cărei expresie ideală este "raza centrală", adică înălţimea geometrică a conului de radiaţii), care are în mod obişnuit o direcţie

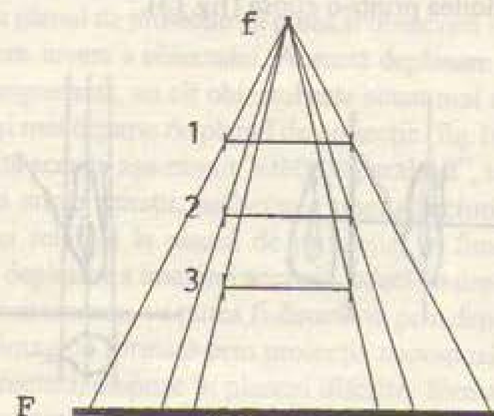


Fig.12. Dependenţa măririi imaginii de distanţa obiect-sursă şi obiect-film. 1, 2, 3 – obiecte de aceeaşi mărime; f – focarul tubului radiogen; F – film.

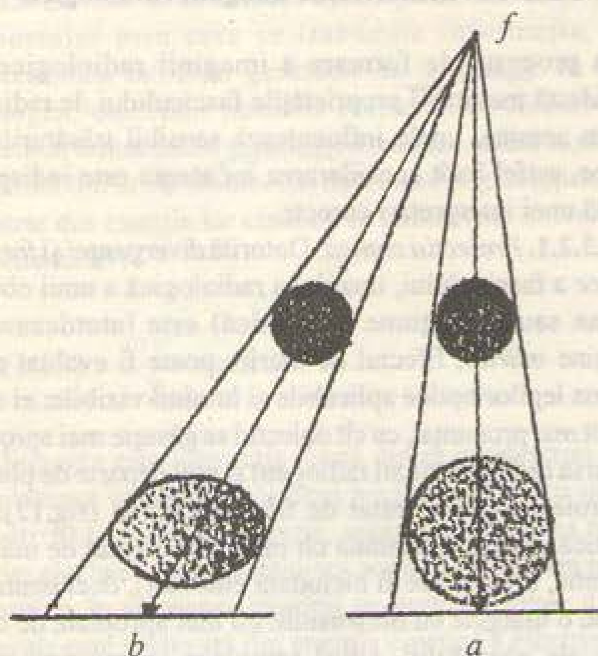


Fig.13. Imaginea radiologică a unei sfere, obţinută cu un fascicul perpendicular pe film (a) şi unul oblic (b).

perpendiculară pe planul de proiecţie, în timp ce restul componentelor fasciculului urmează un traiect din ce în ce mai oblic, pe măsură ce se situează mai departe de această regiune. Oblicitatea fasciculului faţă de planul de proiecţie produce însă *deformarea* imaginii rezultate, conform principiilor geometriei optice după care se formează umbra corpurilor în lumina vizibilă.

Acest fapt poate fi uşor demonstrat dacă încercăm să obţinem imaginea unei sfere folosind un fascicul perpendicular pe film şi unul oblic în raport cu filmul. In primul caz imaginea sferei va fi reprezentată printr-un cerc, în cel de al doilea printr-o elipsă (fig.13).

Rezultă deci că, datorită proprietăţilor optice ale fasciculului, imaginea radiologică este nu numai o imagine mărită, ci şi una *deformată* a obiectului: regiunea lui străbătută de porţiunea centrală a fasciculului va fi reprezentată în imagine în proiecţie *perpendiculară*, avînd dimensiuni apropiate de cele reale, în timp ce regiunile corespunzătoare periferiei fasciculului vor apărea în proiecţie *oblică*, deci vor fi mărite; în ansamblul ei, imaginea va fi astfel inevitabil deformată. Efectul de deformare poate fi foarte pronunţat în cazul formaţiunilor anatomice voluminoase, aşa cum este de exemplu inima, ale cărei margini se situează la distanţă mare faţă de partea centrală a organului.

Pentru a diminua efectul de deformare, fasciculul de radiaţii va trebui să fie astfel orientat încît raza lui centrală să cadă perpendicular pe film, trecînd prin centrul formaţiunii sau structurii anatomice care prezintă cel mai mare interes.

In afara *direcţiei* fasciculului faţă de planul de proiecţie, un element important în formarea imaginii radiologice a unui obiect este *orientarea* acestuia în raport cu fasciculul.

Atunci cînd fasciculul este perpendicular pe axul lung al obiectului se obţine proiecţia *longitudinală* a acestuia. Dacă el este astfel orientat încît raza centrală corespunde axului organului, se obţine proiecţia axială sau ortogradă (fig.14 a,b). Incidenţa oblică a fasciculului faţă de obiect poate produce o imagine în care obiectul apare mai scurt sau, dimpotrivă, mai lung decît în realitate (fig.14 c,d).

In practică, obţinerea unei imagini corect interpretabile obligă la o riguroasă "poziţionare" a regiunii anatomice examinate în raport cu fasciculul.

1.3.2.2. *Sumaţia planurilor*. Aşa cum am văzut, imaginea radiologică se formează prin atenuarea treptată a fasciculului de radiaţii care străbate plan cu plan regiu-

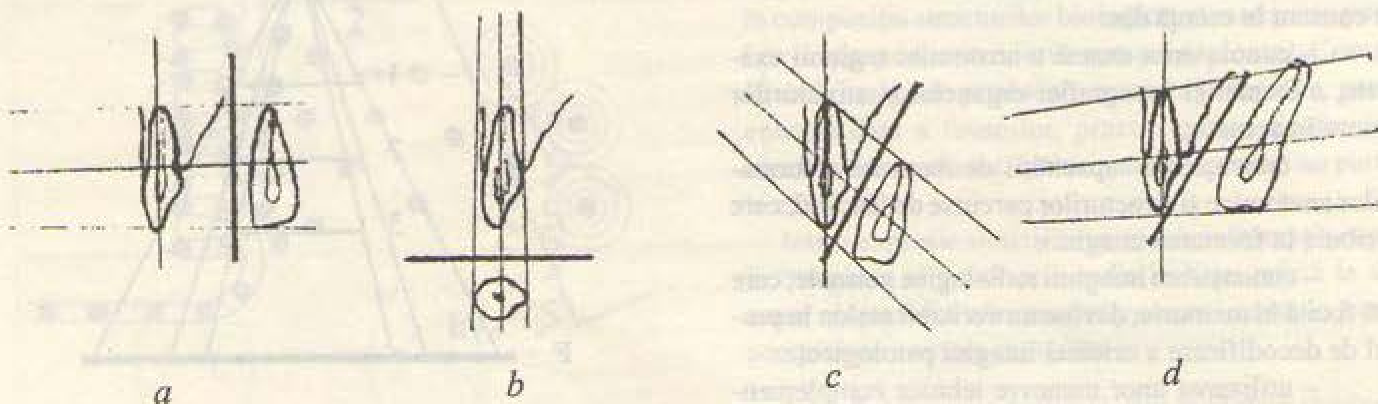


Fig.14. Imaginea radiologică a unui dinte obţinută cu fasciculul perpendicular pe axul lung (proiecţie longitudinală) (a) şi cu fasciculul orientat în direcţia acestui ax (proiecţie ortogradă sau axială) (b). In c şi d fasciculul orientat oblic faţă de axul lung produce o imagine scurtată, respectiv alungită a dintelui examinat.

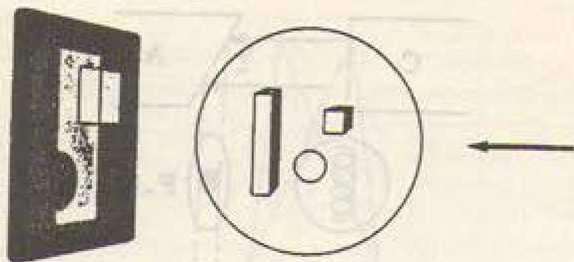


Fig.15. Efectul de sumaţie a planurilor. La marginile paralelipipedului, cubul, reprezentînd un corp dens, produce un surplus de opacitate, în timp ce sfera cu conţinut aeric realizează prin substracţie o zonă mai transparentă.

nea anatomică examinată. Se poate spune că ea *sumează* atenuarea pe care o produc elementele structurale situate în diferitele planuri ale regiunii respective.

Această aşa-zisă "lege a sumaţiei planurilor" este trăsătura cea mai caracteristică a imaginii radiologice "clasice". Datorită ei două sau mai multe obiecte radioopace, situate unul înapoia celuilalt, vor forma o imagine unică şi nu vor putea fi direct individualizate. Contribuţia fiecăruia la formarea imaginii va fi tradusă doar printr-un surplus de intensitate a opacităţii (fig.15).

Un exemplu ilustrativ în acest sens îl reprezintă formaţiunea opacă situată în centrul imaginii radiologice a toracelui, etichetată în mod curent ca "opacitate cardiovasculară". In realitate, aceasta este formată prin sumaţia coloanei vertebrale, organelor mediastinului posterior, cordului, vaselor mari şi sternului.

Un corolar al efectului de sumaţie îl reprezintă *substracţia*, care trebuie înţeleasă ca reducerea intensităţii unei opacităţi, în cazul în care înaintea sau înapoia obiectului ce o creează este situată o structură radiotransparentă (fig. 15).

Astfel se formează, de exemplu, pe radiografia toracelui, banda transparentă verticală, dispusă pe linia mediană, în dreptul primelor vertebre toracale, care se datorează traheei, organ ce conţine aer şi este deci radiotransparent. La fel, conţinutul gazos al stomacului şi colonului apare sub forma de imagini transparente, proiectate peste opacitatea abdominală.

Efectul de sumaţie este uneori un factor favorabil în formarea imaginii radiologice; datorită lui este posibil, de exemplu, ca formaţiuni opace de dimensiuni foarte mici, care nu pot avea o reprezentare individuală, să formeze prin sumare imagini decelabile (micronodulii din tuberculoza miliară). De regulă, el este însă stînjenitor, pentru că face imposibil de precizat dacă o imagine prezentă în radiografie se datorează unei singure structuri sau mai multora situate în planuri succesive.

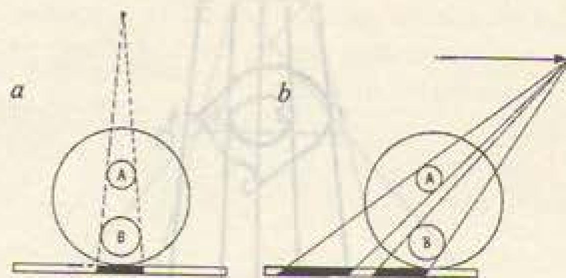


Fig.16. Efectul de paralaxă. In poziţia (a) a tubului, corpurile A şi B se suprapun, formînd o singură imagine. Prin deplasarea tubului în poziţia (b), imaginea corpului A, mai apropiat de tub, se va deplasa mai mult, disociindu-se de cea a corpului B, situat mai departe de tub şi mai aproape de planul de proiecţie.

Datorită lui, imaginea radiologică devine comparabilă cu o pagină de carte pe care cuvintele au fost imprimate nu unul după celălalt, ci unul peste altul. In ansamblul lui, textul conţine o mare cantitate de informaţie, care însă poate deveni utilă numai cu condiţia reconstituirii fiecărui cuvînt şi a ordinii în care cuvintele au fost imprimate.

Inlăturarea inconvenientelor create de sumaţia planurilor se vădeşte dificilă în practică. Ea impune, printre altele, regula ca examenul radiologic să fie efectuat întotdeauna în cel puţin două planuri de proiecţie perpendiculare între ele, în general o radiografie în plan frontal (de faţă) şi una în plan sagital (de profil).

Unele tehnici speciale, aşa cum este tomografia "clasică" şi mai ales tomografia computerizată, permit eliminarea efectului de sumaţie, oferind imaginea unui singur plan al regiunii examinate, respectiv a structurilor situate în acest plan.

1.3.2.3. *Efectul de paralaxă.* In cazul în care fasciculul de radiaţii se deplasează în raport cu obiectul examinat, paralel cu planul de proiecţie va putea fi observată o deplasare în sens invers a obiectului. Această deplasare este cu atît mai importantă, cu cît obiectul este situat mai aproape de sursă şi mai departe de planul de proiecţie (fig.16).

Datorită acestui aşa-numit "efect de paralaxă", se poate evalua, în unele situaţii, *adîncimea* unei structuri, adică distanţa ei relativă la planul de proiecţie, în funcţie de gradul de deplasare a imaginii acesteia, odată cu deplasarea sursei. De asemenea, va putea fi *disociată*, prin deplasarea sursei, o imagine formată prin proiecţia suprapusă a mai multor structuri, dispuse în planuri diferite: formaţiunile situate mai aproape de sursă se vor deplasa mai mult în raport cu celelalte şi se vor proiecta independent în imagine (fig.16).

1.3.2.4. *"Legea incidenţelor tangenţiale"*. Aşa cum am văzut, ansamblul imaginii radiologice este format prin

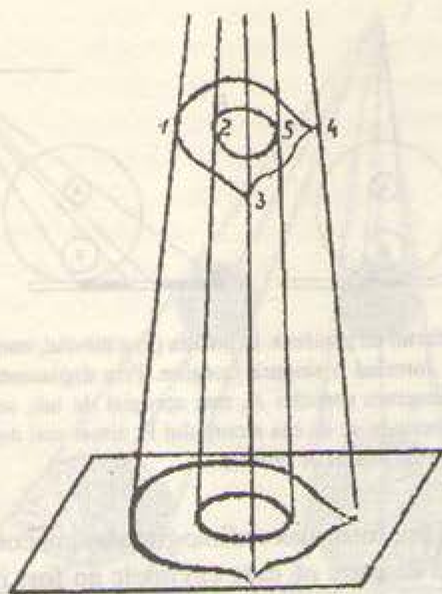


Fig.17. "Legea incidenţelor tangenţiale". Fasciculul tangent la suprafeţele curbe ale diafizei (punctele 1,2,5) va produce contururi nete, în timp ce crestele (punctele 3,4), pe care cade perpendicular, vor apărea şterse.

materializarea diferenţelor de atenuare a fasciculului, proprii diferitelor structuri ale regiunii examinate. Cu cît aceste diferenţe sau contraste sînt mai pregnante, limitele dintre structurile respective vor fi mai evidente iar pe imagine vor apărea contururi nete, care marchează aceste limite. Asemenea contururi se produc atunci cînd fasciculul este tangenţial la o suprafaţă plană sau curbă, care separă două regiuni sau structuri cu capacitate de atenuare diferită (de exemplu, suprafaţa unei diafize osoase). Dimpotrivă, dacă el cade perpendicular pe o structură care se îngustează treptat (o creastă osoasă), limita acesteia va fi reprezentată printr-un contur imprecis, adesea şters, nedecelabil (fig.17).

In virtutea acestei "legi", specifică opticii radiaţiei X, pe imaginea radiologică pot apărea detalii (opacităţi liniare) care nu au un corespondent anatomic explicit (ele traduc denivelări de formă convexă sau concavă ale unei formaţiuni anatomice, la care fasciculul de radiaţii este tangenţial). De asemenea, la mici variaţii ale incidenţei fasciculului, pot dispărea din imagine detalii semnificative pentru regiunea examinată.

1.3.3. Factori de perturbare a imaginii.

In conformitate cu teoria informaţiei, la care am recurs în încercarea de a explica formarea imaginii radio-

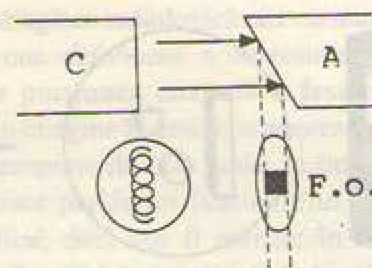


Fig.18. Sursa fasciculului este focarul optic al tubului. C – catod; A – anticatod; F.o. – focar optic.

logice, pe parcursul lanţului de procese ce se succed în transmiterea unui mesaj pot interveni *factori de perturbare*, care alterează într-o măsură variabilă conţinutul acestuia. In practica radiologică, asemenea factori sînt numeroşi şi de natură variată; în majoritate, ei sînt consecinţe ale abaterilor de la acurateţea tehnicii de examinare şi pot fi evitaţi. Alţii însă rezultă chiar din trăsăturile fizice ale fasciculului.

1.3.3.1. *Sursa fasciculului.* Atunci cînd am descris geometria fasciculului de radiaţii, am presupus o sursă ideală, punctiformă, de la nivelul căreia fotonii diverg, înscriindu-se într-un con. In realitate, sursa nu poate fi niciodată punctiformă; ea este de fapt o zonă din suprafaţa anticatodei, bombardată de electronii acceleraţi, a cărei proiecţie ortogradă este denumită *focarul optic* al tubului radiogen (fig.18).

O primă consecinţă a acestei particularităţi de ordin fizic şi tehnic este faptul că în oricare din punctele mediului examinat sosesc fotoni din diferite puncte ale sursei, avînd înclinări diferite faţă de planul de proiecţie. La nivelul contururilor unui obiect (structură sau formaţiune anatomică) se va produce o zonă de *penumbră*, care şterge

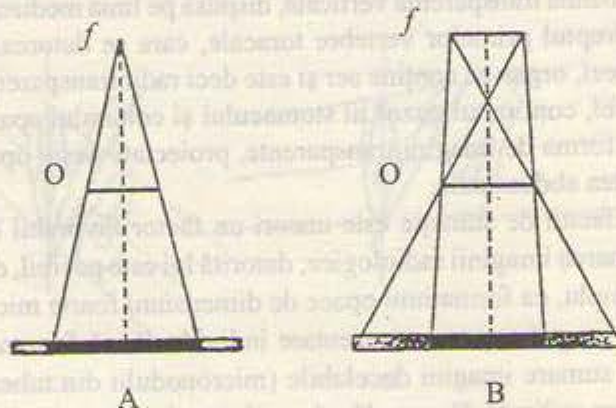
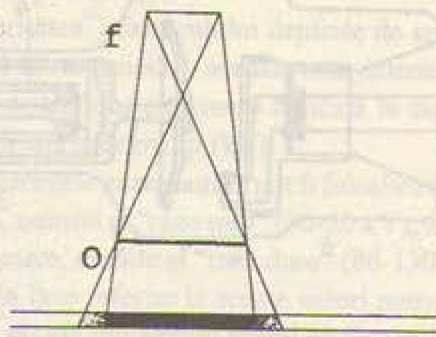


Fig.19. Apariţia penumbrei în vecinătatea contururilor imaginii obiectului (B) se datorează formei liniare a focarului optic (f). O sursă punctiformă nu produce penumbră (A).



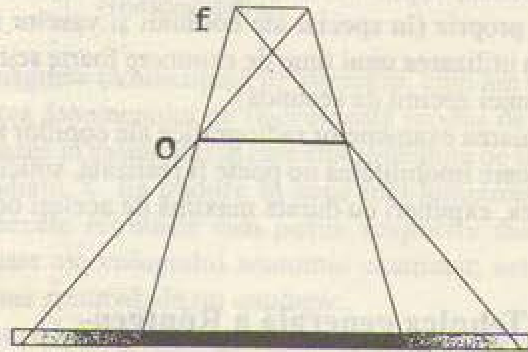


Fig.20. Influenţa poziţiei obiectului în raport cu focarul şi planul de proiecţie în determinarea mărimii penumbrei.

netitatea acestor contururi (fig.19). Zona de penumbră este cu atît mai largă, cu cît obiectul este situat mai aproape de sursă şi mai departe de planul de proiecţie (fig.20).

O a doua consecinţă este aceea că un obiect cu dimensiuni mai mici decît focarul optic nu va putea fi reprezentat net în imagine; imaginea lui va fi vagă, ştearsă, întrucît ea se formează numai în condiţii optice de penumbră (fig.20.a).

In practică, pentru obţinerea de detalii structurale de mare fineţe, este necesar ca penumbra să fie redusă în cît mai mare măsură, deci ca focarul optic să fie foarte mic. Aceasta se obţine prin înclinarea suprafeţei anticatodei, care reduce considerabil aria ei de proiecţie ortogradă (fig.18).

1.3.3.2. *Radiaţia difuzată.* Aşa cum am văzut, procesul de atenuare a fasciculului se produce în cea mai mare măsură prin efectul Compton. Datorită acestuia, în mediul străbătut de radiaţii iau naştere fotoni de energie redusă şi cu direcţie diferită în raport cu fotonii incidenţi; ei participă la formarea imaginii radioscopice sau radiografice într-o măsură proporţională cu volumul cuprins în fascicul. Apariţia radiaţiei difuzate produce ştergerea netităţii contururilor şi scăderea contrastului imaginii.

Pentru diminuarea sau eliminarea acestor efecte, se folosesc aşa-numitele "grile antidifuzante", care se interpun între corpul pacientului şi ecran sau film. Asemenea grile sînt formate din plăci metalice subţiri, pe care sînt montate benzi absorbante foarte înguste, dispuse perpendicular pe planul de proiecţie sau orientate convergent spre focar. Fotonii radiaţiei difuzate care au o direcţie diferită de cea a fotonilor incidenţi vor fi absorbiţi, astfel încît pe ecran sau pe film vor ajunge numai fotonii cu aceeaşi direcţie cu a fasciculului incident (fig.21).

1.3.3.3. *Mişcarea* obiectului sau a sursei în timpul expunerii produce ştergerea contururilor obiectelor reprezentate în imagine (aşa-numitul "flou cinetic"). Imobilitatea absolută a pacientului reprezintă, de aceea, o condiţie esenţială a obţinerii unei radiografii de calitate corespunzătoare.

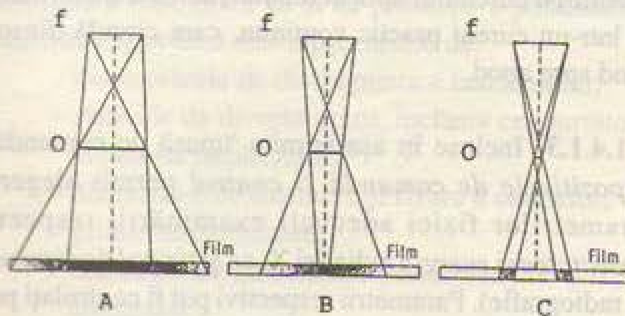


Fig.20.a. Influenţa mărimii obiectului în raport cu cea a focarului în formarea imaginii. In C, obiectul, mai mic decît focarul, va fi lipsit de contururi, întrucît proiecţia acestora pe film corespunde zonei de penumbră.

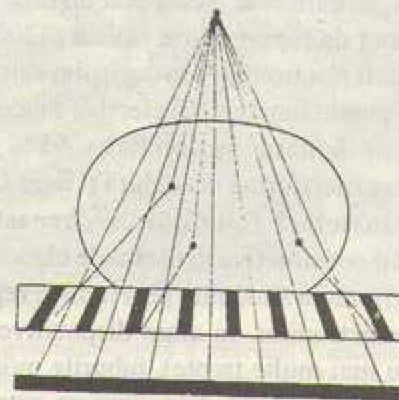


Fig.21. Principiul de construcţie şi efectul unei grile antidifuzante.

In practică, obţinerea de imagini nete ale organelor cu cinetică proprie (în special ale cordului şi vaselor mari) obligă la utilizarea unui timp de expunere foarte scurt (de ordinul unei zecimi de secundă).

Efectuarea examenelor radiografice ale copiilor foarte mici, la care imobilitatea nu poate fi realizată, solicită, de asemenea, expuneri cu durata maximă de acelaşi ordin.

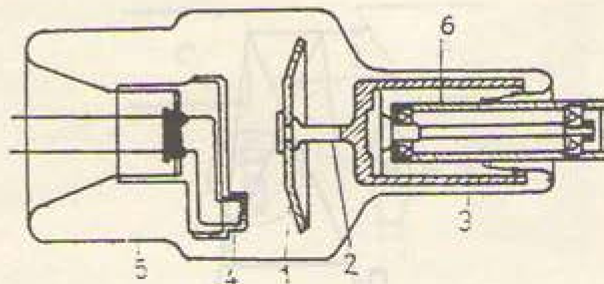


Fig.22. Tub radiogen cu anod rotativ, utilizat în Röntgendiagnostic: 1 – discul anodului; 2 – axul de rotaţie; 3 – rotorul anodului; 4 – filamentul catodului; 5 – peretele de sticlă al tubului; 6 – statorul anodului.

1.4. Tehnica generală a Röntgendiagnosticului

1.4.1. Instalaţia de Röntgendiagnostic convenţional ("clasic").

O instalaţie elementară utilizată în Röntgendiagnostic constă în principiu din trei componente fundamentale: tubul radiogen, transformatorul de înaltă tensiune şi dispozitivele de comandă şi control.

1.4.1.1. *Tubul radiogen* utilizat în prezent (fig.22) reprezintă o formă perfecţionată tehnic, în grade diferite, a tubului Coolidge, adică un tub cu un vid foarte înaintat (10^{-6}–10^{-7} mm Hg, respectiv 10^{-6} Torr), la extremităţile căruia sînt montaţi cei doi electrozi.

Catodul este constituit dintr-o spirală metalică (filament) din tungsten, care în timpul funcţionării tubului este adus la incanescenţă. In acest mod, el eliberează electroni, într-un număr proporţional cu gradul de încălzire a filamentului, respectiv cu intensitatea curentului aplicat acestuia ("emisiune termoionică"). Filamentul este înconjurat de o piesă metalică cilindrică, avînd rolul de a concentra şi focaliza electronii emişi grupîndu-i într-un fascicul conic cu vîrful situat pe anod.

Anodul (anticatodul) este construit în principiu dintr-un bloc metalic, în care este încorporat un disc de tungsten, metal cu punct de topire foarte ridicat (3200°C). El este destinat frînării electronilor proveniţi din catod şi puternic acceleraţi în timpul funcţionării efective a tubului. In cursul procesului de frînare, aproximativ 98% din energia electronilor se transformă în caldură şi doar 1% în energie cuantică transferată fotonilor X. Aceasta obligă la particularităţi constructive deosebit de elaborate, pentru a se evita deteriorarea anodului, prin topirea regiunii supuse impactului electronilor. In afara dispozitivelor de răcire (în două sau mai multe trepte), tuburile moderne dispun de un anod în formă de disc, care se roteşte cu mare frecvenţă (peste 3000 turaţii pe minut) în timpul funcţionării (anod rotativ). In acest mod zona de impact ("focarul termic") se dispersează pe o suprafaţă foarte mare, în timp ce focarul optic, în care ia naştere radiaţia X, rămîne de dimensiuni mici, permiţînd o bună calitate a imaginii. Cum am văzut mai înainte, la reducerea dimensiunilor focarului optic contribuie şi înclinaţia suprafeţei anticatodului.

1.4.1.2. *Transformatorul de înaltă tensiune.* Bazată pe principiul inducţiei electromagnetice, această componentă a instalaţiei are ca scop transformarea curentului electric din reţeaua de alimentare într-un curent de tensiune ridicată, apropriată producerii radiaţiei X.

Transformatorul cuprinde o bobină primară, alimentată cu curent de tensiune joasă (220-380V) şi intensitate mare (5-10 A) şi una secundară, care produce un curent de tensiune înaltă (de ordinul kilovolţilor) şi intensitate mică (de ordinul miliamperilor), care va fi aplicat bornelor tubului, în scopul accelerării electronilor prin diferenţa de potenţial creată.

In afara transformatorului principal descris, alţi transformatori furnizează curenţi cu parametri diferiţi, necesari, de exemplu, încălzirii filamentului catodului şi alimentării altor dispozitive.

Concomitent cu ridicarea tensiunii, se realizează şi *redresarea* curenului aplicat tubului, adică transformarea lui într-un curent practic continuu, care circulă dinspre catod spre anod.

1.4.1.3. Incluse în aşa-numita "masă de comandă", *dispozitivele de comandă şi control* permit alegerea parametrilor fizici adecvaţi examinării, respectiv *intensitatea* şi *energia* radiaţiei X, ca şi *timpul de expunere* (în radiografie). Parametrii respectivi pot fi controlaţi prin aparate de măsură corespunzătoare, montate în aceeaşi masă.

Intensitatea fasciculului de radiaţii depinde în principal de cea a fluxului de electroni şi poate fi variată prin

modificarea gradului de încălzire a filamentului; se exprimă în *miliamperi* (mA).

Energia ("duritatea") fasciculului depinde de energia electronilor care lovesc anodul; aceasta este determinată de diferența de potențial (tensiunea) aplicată la bornele tubului și se exprimă în *kilovolți* (kV).

In funcție de cerințele examenului, pot fi folosite radiații de energie slabă, numite și "raze moi" (30-50 kV), medie (50-70 kV) sau mare, numite și "raze dure" (86-130 kV).

Atunci cînd se face referire la aceste valori numerice, nu trebuie să se piardă din vedere faptul că fasciculul de radiații X este o radiație de frînare; de aici decurg două consecințe de ordin practic:

1. Cifrele respective exprimă numai energia maximă a fotonilor în fascicul; marea majoritate a lor posedă o energie mult mai joasă.

2. Fasciculul de radiații recunoaște un spectru continuu de energii , cuprins între 0 și energia maximă. Fotonii cu energia cea mai joasă nu contribuie la formarea imaginii, fiind total absorbți aproape de suprafața corpului; în schimb, ei iradiază inutil pacientul, producînd efecte biologice nedorite. De aceea, la ieșirea lui din tub, fasciculul este "filtrat" prin interpunerea unei plăci din metal ușor (aluminiu), care absoarbe porțiunea din spectru cu cea mai mare energie.

Timpul de expunere se exprimă în secunde sau fracțiuni zecimale de secundă (zecimi sau sutimi).

In practică este folosit ca parametru de lucru și produsul [intensitate] x [timp], de care depinde (într-o manieră oarecum comparabilă cu cea din fotografie) gradul de înnegrire a filmului. Acest produs, care exprimă de fapt doza de radiații absorbită de film este redat în miliamperi.secundă (mAs).

1.4.1.4. Un număr important de *accesorii* sînt necesare în asigurarea condițiilor de adaptabilitate la cerințe și de fiabilitate a instalației, ca și de protecție a personalului. Cele mai importante sînt reprezentate de:

- dispozitivele de diafragmare a fasciculului;
- stativele de diverse tipuri, inclusiv cel purtător al ecranului radioscopic;
- dispozitive de susținere și fixare a casetelor;
- grilele antidifuzante;
- dispozitivele de centrare (mecanice sau luminoase);
- dispozitivele de compresie;
- materiale de protecție (mănuși, șorțuri plumbate etc.)

1.4.2. Radioscopia cu ecran convențional (fluoroscopia).

Imaginea radioscopică se formează, cum am văzut, în virtutea fenomenului de fluorescență produs de anumite substanțe în momentul în care sînt străbătute de fasciculul de radiații X. Ea traduce în zone mai luminoase și mai întunecate regiunile mai puțin, respectiv mai intens atenuate ale volumului anatomic examinat; este deci o *imagine pozitivă*, de tip *analogic*.

Este denumită *analogică* o imagine obținută direct sau indirect printr-un factor fizic care interacționează cu mediul anatomic, fără a se recurge la mijloace de procesare informatică.

Ecranul radioscopic "clasic" este constituit dintr-o foaie de material celulozic sau plastic, pe care este dispersat într-un strat subțire (cca 1 mm) și uniform compusul chimic fluorescent.

Inițial, acesta a fost reprezentat de platinocianura de bariu, apoi de tungstatul de cadmiu sau sulfura de zinc și cadmiu. In prezent sînt utilizați din ce în ce mai frecvent compuși ai cesiumului, titanului, ytriumului sau pămînturilor rare (lantanide).

Aceeași evoluție în ceea ce privește structura au urmat ecranele întăritoare (foliile) utilizate în radiografie.

Principalele trăsături care definesc calitatea ecranului radiologic sînt reprezentate de *intensitatea luminozității* și *capacitatea de rezoluție*, adică finețea structurilor pe care le poate reda. De regulă, între aceste trăsături se creează inevitabil un grad de antagonism, întrucît ambele

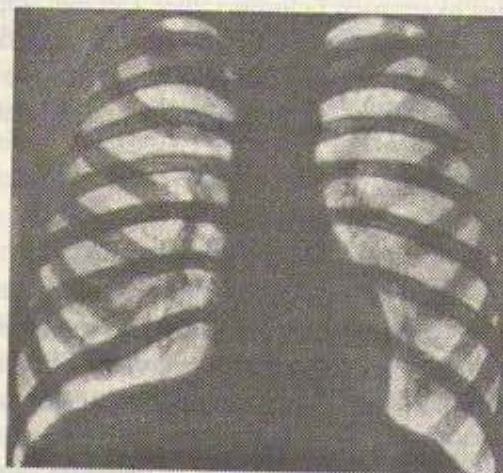


Fig.23. Imagine radioscopică a toracelui. Formațiunile anatomice intens atenuante (mediastinul, abdomenul, arcurile costale) apar ca zone închise, în timp ce plămînii, conținînd aer puțin atenuant, sînt reprezentați prin zonele deschise, "luminoase". In radioscopie, primele sînt etichetate ca zone opace (opacități), ultimele ca zone transparente (transparențe) ale imaginii.

sînt influenţate, dar în sens contrar, de mărimea granulaţiei compusului chimic fluorescent.

Intrucît radiaţia luminoasă produsă prin fluorescenţă este foarte slabă, radioscopia clasică nu se poate practica decît în condiţii de obscuritate perfectă, după o bună adaptare la întuneric a examinatorului. Acest dezavantaj, la care se adaugă cele ale unui nivel ridicat de iradiere a pacientului şi personalului de radiologie, precum şi lipsei posibilităţii de conservare a imaginii, au condamnat practic această tehnică la dispariţie, chiar dacă principiul în sine al radioscopiei îşi vădeşte utilitatea, mai ales în studiul unor procese dinamice.

1.4.3. Radioscopia televizată.

Transpunerea imaginii radioscopice într-o imagine aparentă pe un monitor de televiziune este posibilă prin utilizarea unui dispozitiv intermediar, *întăritorul electronic de imagine*.

Preluînd imaginea de pe un ecran cu structură "clasică", un tub electronic bazat pe efectul fotoelectric îi amplifică de 3000-5000 ori luminozitatea, ceea ce permite preluarea ei consecutivă de către o cameră de televiziune şi redarea pe un monitor TV obişnuit.

Păstrînd trăsăturile fundamentale ale fluoroscopiei, radioscopia televizată creează incontestabile avantaje: posibilitatea reducerii considerabile (de 3-5 ori) a intensităţii fasciculului de radiaţii (deci a iradierii pacientului), posibilitatea conducerii de la distanţă a examenului prin telecomandă (deci protecţia totală a personalului), posibilitatea examinării la lumina zilei. Cel mai important avantaj este reprezentat însă de crearea condiţiilor de înregistrare a imaginii, fie sub forma ei analogică (pe bandă magnetică sau disc video), fie după prelucrare digitală.

1.4.4. Radiografia.

Tehnica radiografiei, în foarte numeroasele ei variante, rămîne principalul procedeu de obţinere a unei imagini radiologice fixate pe un suport conservabil (filmul radiologic). Aşa cum am văzut, principiul radiografiei se bazează pe acţiunea fotochimică a radiaţiei Röntgen asupra emulsiei fotosensibile ce intră în structura filmului.

Această acţiune constă de fapt din eliberarea – în măsură proporţională cu intensitatea iradierii – de argint metalic, din bromura de argint cuprinsă în emulsie; argintul este apoi oxidat în cursul procesului de developare. Aceasta conduce la "înnegrirea" într-un grad variabil a porţiunilor de film expuse.

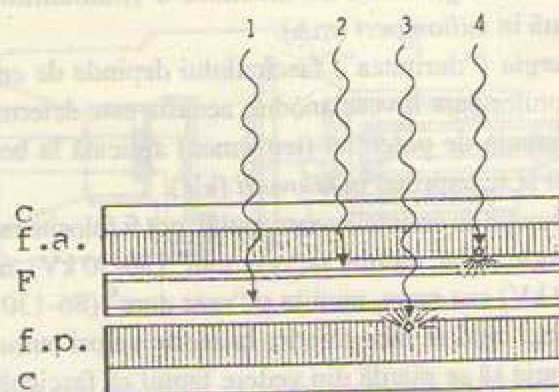


Fig.24. Obţinerea imaginii radiografice prin utilizarea de folii (ecrane întăritoare). Fasciculul de radiaţii impresionează direct filmul purtînd o dublă emulsie (1 şi 2). In acelaşi timp, el produce fluorescenţa celor două ecrane, care va impresiona simultan filmul, întărind în acest mod efectul chimic pe baza căruia se obţine radiografia (3 şi 4).
1,2,3,4 – fotoni aparţinînd fasciculului incident de radiaţii; c – caseta; f.a. – folie anterioară; f.p. – folie posterioară; F – filmul radiografic cu dublă emulsie.

In mod obişnuit, în practica radiografiei sînt utilizate "ecrane întăritoare" (folii), care în timpul expunerii emit o radiaţie din spectrul luminii vizibile, la fel ca ecranul radioscopic, cu care de altfel sînt similare din punct de vedere al compoziţiei chimice. Impresionarea filmului radiografic se realizează astfel în cea mai mare masură prin luminescenţa acestor folii, plasate într-o casetă pe ambele suprafeţe ale filmului (fig.24).

1.4.4.1. *Filmul radiografic* este constituit dintr-un suport de celuloid sau poliester perfect omogen şi transparent; pe ambele suprafeţe ale acestuia este dispersat materialul radiosensibil (emulsia de bromură de argint în gelatină), fixat de suport printr-un strat adeziv şi acoperit la suprafaţă de o substanţă protectoare (fig.25). In vederea manipulării, filmul este "încărcat" în casete metalice de construcţie specială (fig.26), apropiate dimensional, pentru a fi protejat de lumină.

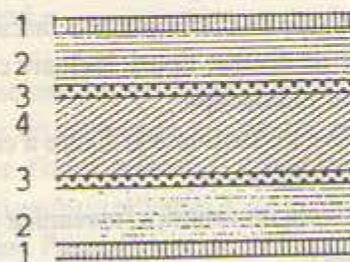


Fig.25. Structura filmului radiografic. 1 – strat protector; 2 – emulsie; 3 – strat adeziv; 4 – suport.

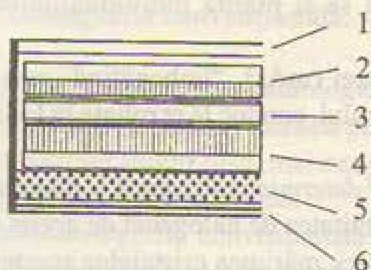


Fig.26. Construcţia casetei şi modul de aşezare a filmului în aceasta. 1 – peretele anterior al casetei (din aluminiu); 2 – folie anterioară; 3 – film; 4 – folie posterioară; 5 – pîslă; 6 – peretele posterior (din metal foarte absorbant).

In practică sînt folosite dimensiuni standarizate ale filmelor, respectiv casetelor, care permit adaptarea la regiunea anatomică examinată. Dimensiunile uzuale sînt 13/18, 18/24, 24/30, 30/40, 35/35 cm.

Princpalele trăsături care determină calitatea filmului radiografic sînt reprezentate de *proprietăţile sensitometrice*, adică sensibiliatea emulsiei sale la radiaţii şi gradaţia (capacitatea de a-şi modifica gradul de înnegrire la variaţia parametrilor expunerii), *fineţea granulaţiei* cristalelor de bromură de argint (care influenţează fineţea imaginii) şi unele proprietăţi de ordin fizic şi mecanic, care asigură manevrarea şi conservarea în bune condiţii.

In urma expunerii, în stratul de emulsie al filmului se crează, prin efectul fotochimic, o imagine "latentă", care nu poate fi reliefată (ca şi în cazul clişeului fotografic) decît printr-o suită de manevre reprezentînd *developarea* sau *prelucrarea*.

Procesul developării cuprinde două momente esenţiale: *revelarea*, adică supunerea filmului la acţiunea chimică a substanţelor ce intră în compoziţia revelatorului şi care accelerează şi completează eliberarea argintului metalic, producînd în acelaşi timp oxidarea acestuia, şi *fixarea*, prin care se realizează dizolvarea şi eliminarea bromurii de argint neexpuse.

Intre cele două manevre şi în final, filmul este spălat într-o baie de apă, apoi, după uscare, el poate fi examinat la lumină.

Intregul proces se efectuează, evident, în camera obscură, la lumină roşie, care nu impresionează emulsia. Utilizarea instalaţiilor de developare automată asigură un grad sporit de fiabilitate, facilitate şi rapiditatea întregii suite de manevre descrise.

1.4.4.2. *Trăsăturile imaginii radiografice.* Deşi este prima tehnică din istoria radiologiei (şi imagisticii fizice în general), radiografia rămîne procedeul care oferă cea mai mare cantitate de informaţie ce poate fi înregistrată pe un plan de proiecţie şi, în consecinţă, o tehnică fundamentală a radiodiagnosticului.

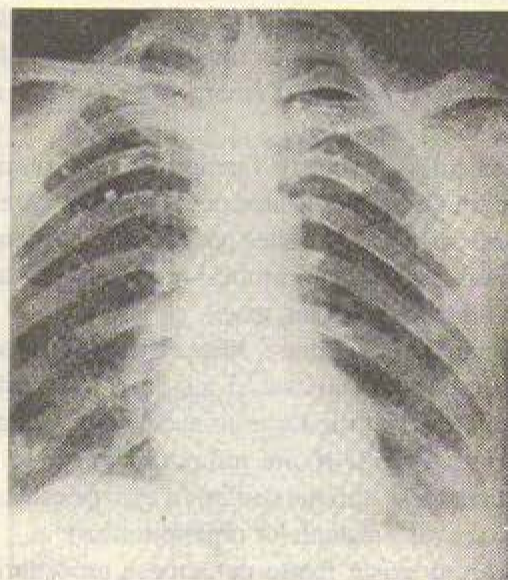


Fig.27. Imagine radiografică a toracelui. Din comparaţia cu fig.23 rezultă explicit caracterul de "negativ" în raport cu imaginea radioscopică.

Aşa cum am văzut, informaţia se referă de fapt la diferenţele de densitate electronică ale structurilor atomice, traduse, pe calea atenuării corespunzătoare a fasciculului, în diferenţe de impresionare a filmului. In virtutea terminologiei create de procesarea fotografică, filmul radiologic este un *negativ* (fig.27); în termenii imagisticii moderne, radiografia convenţională ("clasică") este o imagine *analogică*, adică este produsă (ca şi radioscopia) prin acţiunea directă a factorului fizic folosit.

Dintre trăsăturile care pot deveni criterii de apreciere a calităţii radiografiei, cea mai importantă este *contrastul**.

Să presupunem că imaginea radiografică este formată dintr-un număr infinit de puncte alăturate, fiecare avînd o anumită " tonalitate" pe scara vastă de nuanţe de gri cuprinse între alb şi negru, pe care o creează impresionarea diferită a emulsiei. In acest caz, contrastul corespunde capacităţii filmului de a individualiza un număr mai mare de asemenea tonalităţi sau nuanţe, de a le distinge de cele apropiate.

In strînsă legătură cu contrastul şi reprezentînd de fapt aspecte derivate, mai sînt utilizate noţiunile de *rezoluţie* (capacitatea de a traduce în imagine detalii structurale foarte fine) şi de *netitate a contururilor* obiectelor radiografiate.

Contrastul radiografiei rezultă din suma unor condiţii de factură variată, dintre care cele mai importante sînt următoarele:

** Noţiunea de "contrast" este utilizată în aprecierea performanţelor (calităţii "achiziţiei") oricăreia dintre metodele imagistice actuale.*

a. *Contrastul "natural"* al organelor şi structurilor examinate, care derivă nemijlocit din diferenţele lor de atenuare în raport cu vecinătatea imediată. Contrastul natural este conţinut în fasciculul emergent de radiaţii, modelat în cursul expunerii.

Contrastul natural poate fi amplificat de examinator în anumite situaţii, prin uilizarea unor substanţe care creează un contrast artificial. Acestea posedă un coeficient de atenuare fie foarte ridicat (compuşi ai bariumului sau iodului), fie foarte scăzut (aer, gaze).

"Substanţele de contrast" respective pot fi introduse în lumenul organelor cavitare şi tubulare, în cavităţi patologice sau în interstiţii. De asemenea, pot fi vehiculate pe cale circulatorie şi fixate temporar de unele ţesuturi parenchimatoase, din care se elimină apoi pe calea secreţiei acestora (cazul substanţelor organo-iodate).

In prezent există foarte numeroase proceduri de utilizare a substanţelor de contrast artificial; cele mai uzuale vor fi descrise în cadrul capitolelor de tehnică specială.

Pe scara de gradaţie a nuanţelor de gri cuprinse între alb (atenuarea totală a fasciculului) şi negru (absenţa totală a atenuării), ochiul poate face cu dificultate distincţia între mai mult de 15-20 asemenea nuanţe. In practică, se obişnuieşte să se recurgă la cîteva "trepte-etalon", care permit o evaluare aproximativă, prin comparaţie, a gradului de atenuare corespunzător.

Treapta cea mai redusă este realizată de imaginea conţinutului aeric sau gazos al cavităţilor naturale; ea este foarte apropiată de negru.

A doua treaptă corespunde ţesuturilor moi (grăsime, muşchi, organe perenchimatoase) şi poate prezenta nuanţe uşor diferite, ce pot fi perceptibile (de exemplu, grăsimea faţă de muşchi sau de organele parenchimatoase).

A treia treaptă este reprezentată de imaginea stucturilor osoase, care creează nuanţe de gri foarte deschis, apropiate de alb.

A patra treaptă, "opacitatea metalică", cea mai intensă, corespunde calcificărilor, obiectelor metalice şi substanţelor de contrast radioopace prezente în cantitate mare în cavităţi şi canale naturale.

b. *Contrastul determinat de caracteristicile fasciculului de radiaţii*, care depinde de constantele electrice alese pentru expunere: energia fasciculului (kilovoltaj) şi doza de radiaţii (produsul [timp] x [intensitate], adică mAs).

Kilovoltajul foarte ridicat reduce proporţional atenuarea fasciculului în ansamblul structurilor parcurse; nuanţele de gri deschis vor lipsi din imagine, care va cuprinde numai tonuri închise, apropiate de negru (imagine supraexpusă). Dimpotrivă, kilovoltajul scăzut, accentuînd atenuarea, va produce o imagine dominată de tonuri deschise, în care structurile tind să-şi piardă individualitatea (imagine subexpusă).

Variaţiile dozei (mAs), "îmbogăţind" sau "sărăcind" cantitativ fasciculul, conduc la rezultate în linii mari similare.

c. *Contrastul determinat de calităţile filmului radiografic*, adică de cantitatea de halogenat de argint cuprinsă în structura emulsiei, mărimea cristalelor acesteia, transparenţa suportului, vechime şi modul de conservare etc.

d. *Contrasul determinat de procesul de developare.* O developare corectă are ca scop reliefarea exactă a efectului fotochimic, în măsura în care el a fost, produs de expunere, deci a contrastului natural şi a celui creat de parametrii electrici aleşi.

Prelungirea momentului relevării se soldează cu reducerea unei cantităţi de bromură de argint neexpusă şi, în consecinţă, cu o "înnegrire" a filmului care nu mai reflectă aceste contraste (film supradevelopat). Dimpotrivă, revelarea insuficientă oxidează numai parţial argintul, traducînd în măsură incompletă impresionarea emulsiei (film subdevelopat).

Fixarea incompletă conservă într-nu anumit grad sensibilitatea filmului la lumină şi produce degradarea rapidă a imaginii după developare.

*

* *

Trebuie reţinut faptul că în cazul radiografiei convenţionale noţiunea de "contrast" are o semnificaţie diferită de cea pe care o capătă în cadrul altor metode imagistice, bazate în esenţă pe explorarea de straturi înguste ale mediului anatomic. Pentru acestea din urmă, contrastul creat de diferenţa de tonalitate a elementelor imaginii poate fi privit ca o proprietate intrinsecă a unei anumite structuri. De unde şi posibilitatea de a identifica natura şi starea unui ţesut prin "măsurarea" intensităţii acestei tonalităţi.

Imaginea radiografică se formează însă prin sumaţia foarte numeroaselor planuri parcurse de fasciculul de radiaţii, astfel încît, de obicei, o anumită nuanţă de înnegrire a filmului nu poate fi atribuită explicit unui anume substrat şi cu atît mai puţin unei anumite calităţi intrinseci a acestuia.

Pe de altă parte, am văzut că, în afara contrastului "natural", creat de diferenţele de atenuare (în speţă de densitatea electronică) ale mediului anatomic, numeroşi alţi factori de ordin tehnic, supuşi la importante variaţii, participă la obţinerea contrastului final, înregistrat de film.

1.4.5. Tomografia convenţională.

Este o tehnică de investigare radiologică imaginată şi realizată în intenţia de a elimina sumaţia planurilor şi de a obţine imaginea unui singur plan, mai exact a unui singur strat al mediului anatomic examinat.

In principiu, tomografia convenţională este de fapt o radiografie efectuată cu o expunere lungă (cîteva secunde), în cursul căreia tubul radiogen se deplasează uniform, sincron cu caseta ce poartă filmul, şi în sens opus faţă de aceasta. Mişcările se produc în jurul unui punct de basculă situat în planul supus examinării. Structurile situate în acest plan se proiectează pe toată durata expunerii în acelaşi punct al filmului, producînd o imagine netă; structurile situate în celelalte planuri se vor şterge din imagine, datorită schimbării continue a poziţiei lor în raport cu filmul (fig.28 şi 29). O perfecţionare sensibilă a calităţii imaginii a fost realizată ulterior prin instalaţii ce permit reducerea grosimii stratului anatomic investigat, folosind diferite tipuri de mişcare a tubului (circulară, spirală, complexă).

Trebuie reţinut faptul că, aşa cum rezultă din principiul ei, tomografia convenţională *nu produce imaginea unui singur plan*, ci o imagine în care *un singur plan* (planul de basculă) *este net reprezentat*. Capacitatea de reliefare a acestuia, prin "ştergerea" imaginii planurilor adiacente, depinde de amplitudinea şi tipul de mişcare a tubului, fineţea focarului optic al acestuia etc.

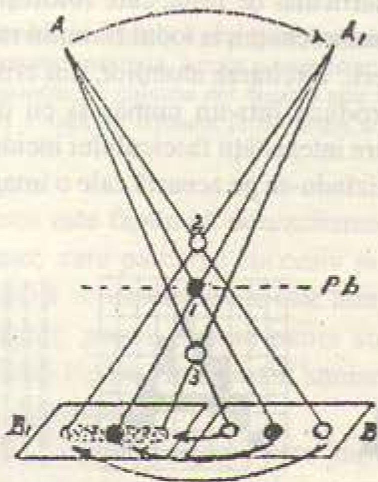


Fig.28. Principiul tomografiei "liniare". In timpul mişcării tubului din poziţia A în A1, filmul se deplasează din poziţia B în B1. Punctul 1, situat în planul de basculă (Pb), se va proiecta permanent în acelaşi loc, în timp ce punctele situate în alte planuri îşi schimbă locul de proiecţie, producînd o imagine ştearsă.



Fig.29. Imagine tomografică a toracelui. De remarcat (prin comparaţie cu fig.27) reprezentarea netă a hilurilor pulmonare (situate în planul de basculă) şi ştergerea arcurilor costale şi claviculei.

1.4.6. Xeroradiografia.

Reprezintă tehnica de înregistrare grafică a imaginii radiologice prin manevre desfăşurate "la uscat" (fără utilizarea de substanţe de developare în soluţie).

Principiul xeroradiografiei se bazează pe capacitatea radiaţiei X (comună cu a luminii vizibile) de a modifica rezistenţa electrică a unor materiale semiconductoare, cum este seleniul (efect fotoelectric).

In locul filmului radiografic, este utilizată o placă de aluminiu, care serveşte ca suport şi ca "rezervor" de încărcare electrică, acoperită cu un strat subţire de seleniu. In timpul expunerii la radiaţii a regiunii anatomice explorate, pe placă se formează o imagine latentă, avînd ca substrat încărcarea electrostatică pozitivă a diferitelor ei porţiuni, proporţională cu intensitatea fasciculului emergent la nivelul acestora. Se aplică apoi o pudră de transfer conţinînd un pigment colorat ("toner"), ale cărei particule, încărcate electric negativ, se depun pe placă cu o densitate corespunzătoare sarcinii electrostatice pozitive dobîndite de aceasta. Imaginea obţinută astfel poate fi fotografiată sau transferată pe o foaie de hîrtie de calitate apropriată.

Xeroradiografia poate oferi imagini bogate în detalii (fig.30), mai ales în reprezentarea structurilor puţin absorbante (ţesuturi moi, regiuni anatomice de dimensiuni mici) şi îşi are indicaţii mai ales în investigarea sînului, laringelui sau unor afecţiuni pediatrice.



Fig. 30. Xeroradiografie a laringelui şi regiunii cervicale inferioare

Imaginea xeroradiografică poate fi redată în pozitiv sau în negativ.

1.4.7. Radiografia digitală (computerizată).

In virtutea tehnicilor descrise pînă acum, informaţia radiologică constînd din diferitele grade sau nuanţe de atenuare a fasciculului de radiaţii Röntgen este tradusă direct, prin fluorescenţa ecranului sau impresionarea filmului, într-o imagine radioscopică sau radiografică, pe care am numit-o "analogică". In radiografie, de exemplu, informaţia rezultă din corelarea locală a nuanţelor de gri (cuprinse între alb şi negru) care constituie ansamblul imaginii şi care corespund gradelor respective de atenuare.

Este însă posibil, în condiţiile practicii moderne a radiodiagnosticului, ca această informaţie să fie transmisă unui calculator dotat cu capacitatea de a o înmagazina, prelucra şi reda într-o reprezentare imagistică proprie, *imaginea digitală*, adică o imagine constituită pe baza unor valori numerice*.

Procesarea digitală sau computerizată porneşte de la o imagine analogică iniţială, furnizată de obicei de un amplificator de imagine (folosit, cum am văzut, în cazul radioscopiei televizate). Aceasta este mai întîi descompusă în porţiuni individuale, mai mult sau mai puţin numeroase, care devin elemente ale unei grile sau *matrice*, dispuse în rînduri şi coloane.

"Mărimea" matricei exprimă numărul total de elemente pe care le conţine; ea traduce gradul de divizare a imaginii şi implicit mărimea elementelor în care aceasta a fost descompusă. De exemplu, pentru o imagine iniţială de aceeaşi suprafaţă, o matrice 256 x 256, adică formată din 256 rînduri şi 256 coloane, conţine un număr de 65.536 elemente, iar una 512 x 512, 262.144 elemente.

Cu ajutorul unui convertor analog/digital, funcţionînd pe principiul efectului fotoelectric, fiecăreia din nuanţele de gri corespunzătoare elementelor matricei i se atribuie apoi o valoare numerică, pe o scară cu un număr variabil de trepte între alb şi negru (fig.32). Astfel, aceste nuanţe devin mărimi cuantificate şi sînt introduse ca atare în calculator.

Se înţelege că, pentru a deveni operante pentru computer, toate valorile numerice sînt transcrise în *sistem binar*, deci sub formă de combinaţii de 0 şi 1 (de exemplu, numărul 14, devine, în formă binară, 1110).

Locul individual al numărului binar este denumit, cum se ştie, *bit;* acesta reprezintă unitatea de măsură a cantităţii de informaţie. Odată cu mărimea unei valori numerice, creşte şi cantitatea de biţi necesară pentru a o exprima. Astfel, în exemplul dat mai înainte, transcrierea numărului 14 a necesitat 4 biţi; cu 8 biţi (sau un "byte") pot fi exprimate valori numerice pînă la 255, iar cu 10 biţi, pînă la 1023.

Figurile 31 şi 32 ilustrează foarte schematic modul de transcriere a informaţiei analogice în informaţie digitală, prin aplicarea sistemului binar.

Sursa iniţială de informaţie pentru o imagine digitală poate fi reprezentată şi de o *folie de înmagazinare.*

Acest tip particular de folie, care foloseşte principiul cunoscut al luminescenţei, ia locul filmului radiografic în timpul expunerii. Excitarea atomilor, din cristalele componente se produce într-un număr şi cu o distribuţie corespunzătoare intensităţii fasciculului incident în diferite puncte, realizîndu-se pe această cale o imagine latentă.

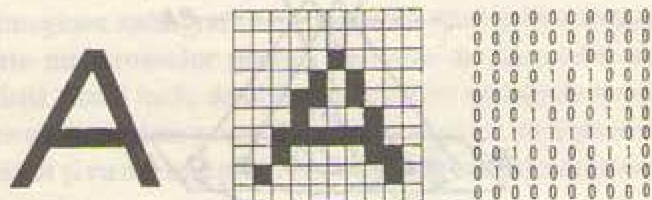


Fig.31. Transcriere digitală a unei imagini alb-negru. Peste imaginea originală analogică a literei (care nu are nuanţe intermediare), este aplicată o matrice 10 x 10 care o descompune în 100 de elemente (b). Albului i se atribuie valoarea 0 iar negrului valoarea 1. In transcrierea digitală (c), treptele de luminozitate ale fiecăruia din elementele matriciale pot fi exprimate cu 1 bit, respectiv prin 0 sau 1.

* *Modul digital de înregistrare şi redare a informaţiei este utilizat practic de procedurile imagistice moderne; de aceea, unele noţiuni cuprinse în acest subcapitol sînt utile înţelegerii formării şi semnificaţiei imaginilor caracteristice acestor proceduri.*

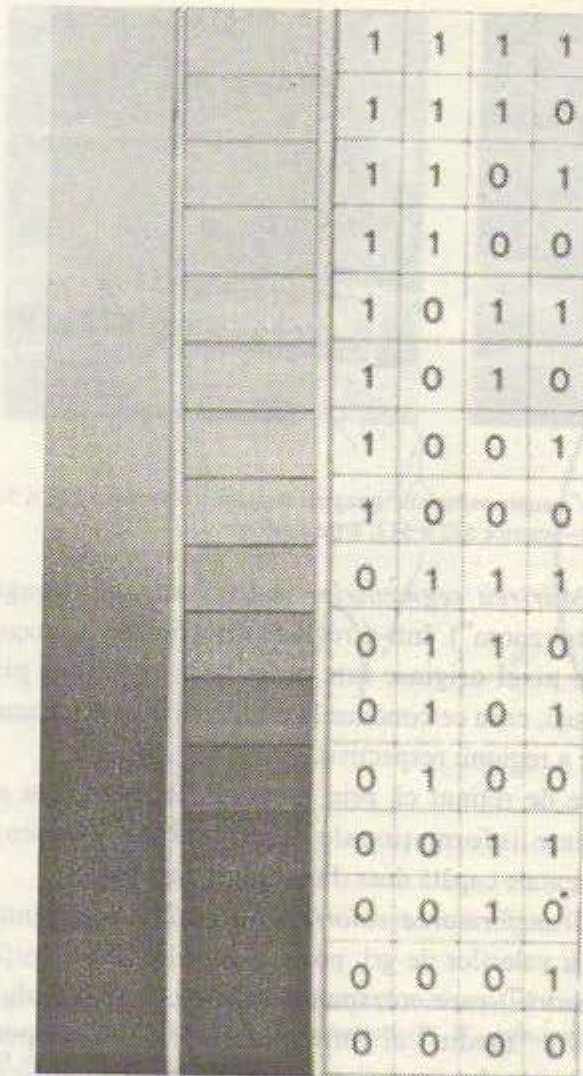


Fig.32. Transcrierea digitală a nuanțelor intermediare între alb și negru dintr-o imagine analogică. Aceste nuanțe de gri au fost împărțite în 16 trepte distincte. Pe coloana din dreapta este marcată expresia numerică binară a valorilor atribuite fiecăreia din aceste trepte, folosindu-se 4 biți.

Caracteristic este faptul că dezexcitarea este produsă de o rază laser, care parcurge succesiv punctele foliei; emisia de lumină corespunzătoare este înregistrată de un fotomultiplicator, pentru fiecare punct atribuindu-se o valoare numerică binară a intensității luminoase, care este transmisă computerului.

Procesul de redare a imaginii, care implică de regulă utilzarea unui convertor digital/analog și constă de fapt în reconstituirea matricei inițiale, se soldează cu apariția acesteia pe un ecran video, pe un film radiografic sau în altă formă de reprezentare grafică.

Ca rezultat al acestui proces, imaginea digitală apare ca fiind produsul alăturării unui număr variabil de elemente sau *pixeli**, fiecare corespunzînd unui element al matricei utilizate în momentul descompunerii imaginii și purtînd o nuanță de gri corespunzătoare valorii ce i-a fost atribuită în momentul respectiv.

Spre deosebire de reprezentarea analogică fotografică proprie radiografiei convenționale, în care toate nuanțele de gri sînt parcurse continuu, de la alb la negru, în imaginea digitală aceste nuanțe sînt, cum am văzut, cuantificate în trepte discrete. Imaginea prezintă deci un grad de discontinuitate structurală mai mult sau mai puțin sesizabilă.

Calitatea imaginii digitale este condiționată de doi parametri: *mărimea matricei* (respectiv numărul de pixeli pe care îi conține și, implicit, dimensiunile acestora) de care depinde finețea detaliilor ce pot fi reprezentate și *numărul de trepte de gri* ce pot fi atribuite pixelilor, care asigură reliefarea prin contrast a acestor detalii. In practica imagistică medicală sînt utilizate matrice cu mărimi situate între 256 x 256 și 1024 x 1024, respectiv 512 sau 1024 trepte de valori ale griului. Intinderea scării treptelor de gri este denumită și "adîncime de înmagazinare" a informației. Influența acestor parametri asupra imaginii este ilustrată de fig.33.

Evident că, în principiu, este de dorit o imagine care să conțină un număr cît mai mare de pixeli și de trepte de gri, cu alte cuvinte să posede un grad cît mai ridicat de rezoluție și contrast. In extinderea performanțelor intervin însă factori restrictivi de ordin tehnic foarte variați (de ex. cel al spațiului de depozitare a informației), ca și de ordin economic (costul aparaturii).

1.4.8. Radiografia digitală "prelucrată".

Transformarea elementelor imaginii în valori numerice și introducerea lor sub această formă în memoria calculatorului creează nu numai o remarcabilă facilitate în conservarea și reproducerea ei, ci și posibilitatea unei prelucrări ulterioare a datelor înregistrate, în vederea creșterii valorii ei informative.

Modalitățile de prelucrare bazată pe aceste date sînt multiple; în general ele implică proceduri complexe, care nu pot fi prezentate în acest cadru. In cele ce urmează, vor fi doar enunțate cîteva dintre principalele obiective și rezultate ale acestei prelucrări.

a. *Substracția elementelor imaginii* este folosită mai ales în diferite tehnici de angiografie. Ea permite

* *Termenul "pixel", foarte frecvent întîlnit în imagistică, este forma contractată a sintagmei din limba engleză "picture element" (element al imaginii). Uneori el este folosit și pentru denumirea elementelor de descompunere ale matricei inițiale.*



Fig.33. Influenţa parametrilor "mărimea matricei" şi "numărul treptelor de gri" asupra aspectului imaginii digitale. a – matrice 512 x 512, 256 trepte de gri; b – matrice 64 x 64, 256 trepte de gri; c – matrice 512 x 512, 6 trepte de gri.

eliminarea din imagine a unor structuri de interes redus sau chiar a fondului imaginii în totalitate, reliefînd prezenţa substanţei de contrast chiar în formaţiuni vasculare de calibru redus.

In fig.34 este ilustrată substracţia fazei arteriale în timpul fluxului circulator al substanţei de contrast, în vederea evidenţierii mai precise a formaţiunilor venoase regionale.

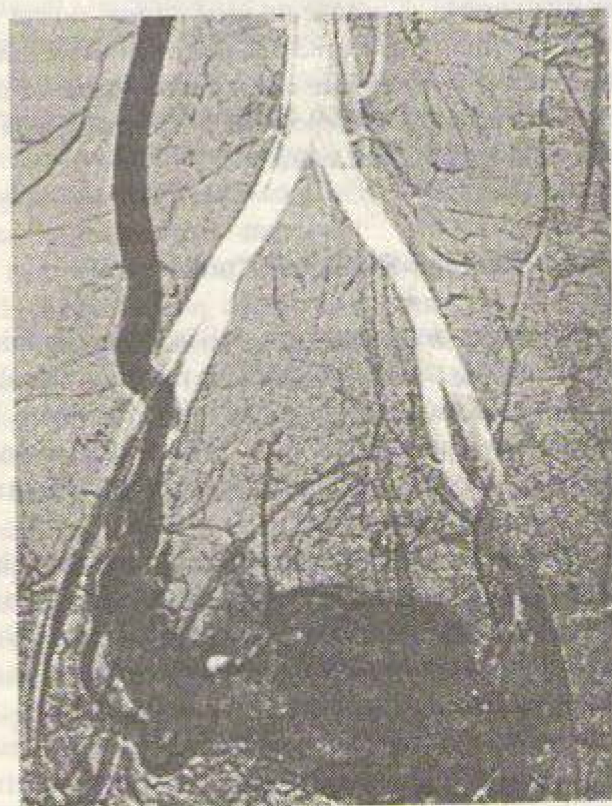


Fig.34. Angiografie cu substracţie digitală a formaţiunilor arteriale.

b. *Mărirea segmentelor individuale* ale imaginii ("efectul zoom"). Intr-o regiune selecţionată a imaginii, fiecare pixel originar este redat prin mai mulţi pixeli juxtapuşi, ceea ce conduce la obţinerea unei reprezentări mărite a regiunii respective.

Este de reţinut că prin procesul de mărire nu apar elemente informaţionale suplimentare; elementele reprezentate capătă doar dimensiuni mai mari.

c. *Transformarea valorii gri-ului.* Din scara iniţială totală a valorilor de gri, poate fi selecţionată o porţiune ("fereastră") care corespunde cel mai bine gradului de atenuare "mediu" al formaţiunilor de interes pentru examinator. In aceeaşi regiune, poate fi modificat şi contrastul între treptele corespunzătoare, ceea ce permite reliefarea unor detalii ale imaginii.

d. *Accentuarea contururilor* se obţine, în principiu, prin substracţii şi sumaţii succesive de imagini, cu parametri parţial modificaţi sau prin adăugarea, în regiuni de mici dimensiuni ale imaginii ("nuclei"), de pixeli suplimentari, cu valoare de gri selecţionată.

Imaginea prelucrată poate fi redată, după o reconvertire digital/analogă, de un monitor video sau poate fi înregistrată grafic ca atare, sub forma unei radiografii digitale.

1.4.9. Tomografia computerizată (CT).

Este o tehnică particulară, care utilizează ca factor fizic radiaţia X, ca procedeu de explorare a mediului secţiunea tomografică în plan transversal axial, iar ca mod de redare a informaţiei, imaginea digitală.

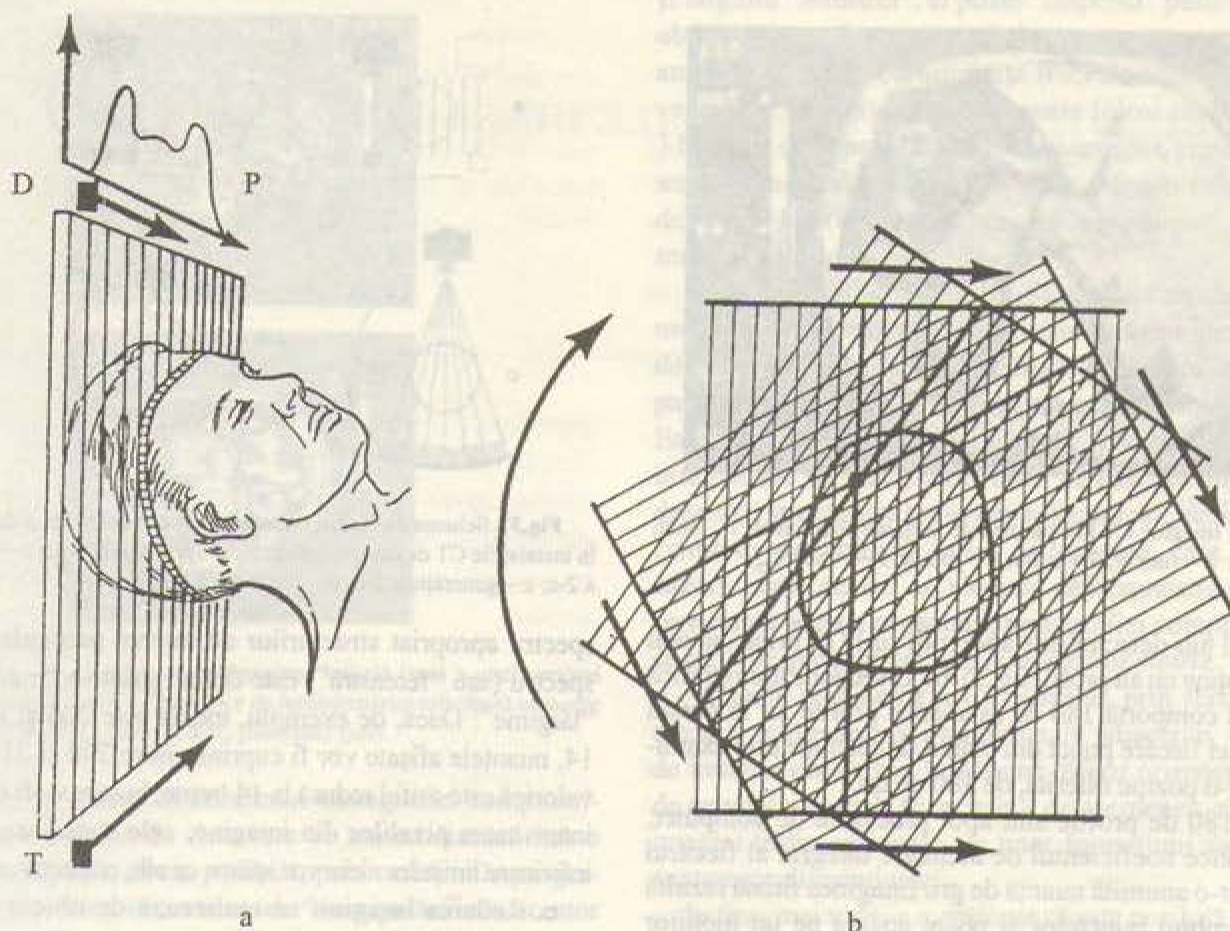


Fig.35. Principiul sistemului originar ACTA de obţinere a imaginii tomografice axiale computerizate. a. Un "pas" al scanner-ului (dispozitiv de baleiaj), care produce un profil de intensitate (P). T – tubul radiogen; D – detector. b. Rotarea cuplului tub-detector cu cîte 1°, pentru obţinerea paşilor următori.

Dezvoltată pe baza conceptului iniţial al lui Cormack (1963), cu privire la "măsurarea transmisiei radiaţiei X de-a lungul unor linii paralele la un mare număr de direcţii diferite", tomografia computerizată a fost realizată tehnic, în prima ei formă din 1974, la Centrul Medical Universitar Georgetown, SUA. Numeroasele perfecţionări care i-au fost aduse, pe plan tehnologic, fizico-mecanic şi informaţional, i-au conferit calităţi remarcabile în ceea ce priveşte capacitatea de a traduce în imagine trăsături esenţiale ale mediului anatomic investigat. In consecinţă, ea poate fi considerată ca un procedeu fundamental al Röntgendiagnosticului şi, în acelaşi timp, al imagisticii fizice moderne.

Principiul tomografiei computerizate se bazează pe măsurarea atenuării unui fascicul îngust de radiaţii X, care parcurge, printr-o mişcare circulară, un strat echivalent ca lărgime din corpul examinat. Valorile numerice ale măsurătorii, obţinute în cursul diferitelor poziţii ale sursei de radiaţii sînt apoi transformate în diferite nuanţe de gri, al căror ansamblu constituie imaginea digitală a planului de secţiune.

In dispozitivul originar ACTA (Automatic Computerized Transvers Axial Scanner) – fig.35 – un fascicul puternic diafragmat de radiaţii X este direcţionat spre corp; o parte din el va fi absorbit, în timp ce restul este recepţionat la ieşire de către un detector (un cristal de fluorură de calciu), producînd o emisie de lumină pentru fiecare foton X care îi parvine. Un fotomultiplicator transformă intensitatea luminoasă în valori corespunzătoare de intensitate ale unui curent electric, care pot fi măsurate şi înregistrate.

Fasciculul şi detectorul execută o mişcare paralelă şi sincronă de translaţie în planul de secţiune, dintr-o parte în cealaltă a pacientului, în cursul căreia se efectuează 60-200 de măsurători pe o distanţă de 25 - 30 cm. Această translaţie constituie "un pas" a scanner-ului (dispozitivului de baleiaj), iar rezultatul măsurătorilor respective realizează un "profil de intensitate" (fig.35,a).

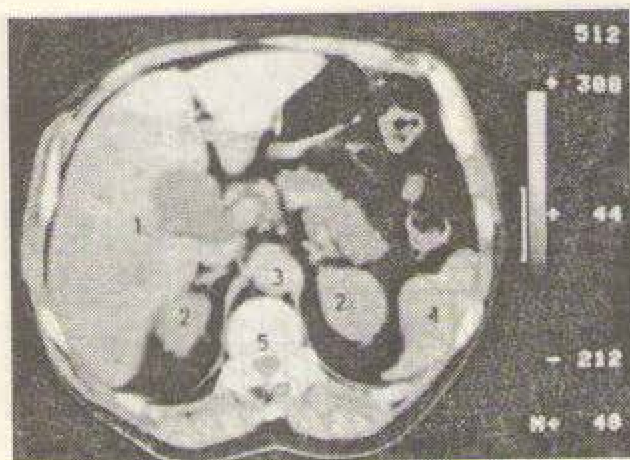


Fig.36. Imagine CT într-un plan de secţiune abdominal. 1 – ficat; 2 – rinichi; 3 – aortă; 4 – splină; 5 – vertebră.

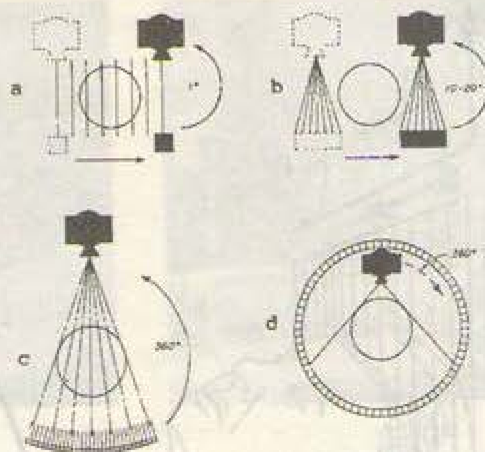


Fig.37. Schema deplasării mecanice a tubului radiogen şi detectorilor în instalaţiile CT de diverse generaţii. a – prima generaţie; b – generaţia a 2-a; c – generaţia a 3-a; d – generaţia a 4-a.

Cuplul tub-detector este apoi rotit cu 1° şi, printr-un nou pas, se obţine un alt profil (fig.35. b). O secţiune tomografică completă comportă 180 de asemenea profile iar în cursul obţinerii ei fiecare punct din planul de secţiune este examinat, dintr-o poziţie diferită, de 180 de ori.

Cele 180 de profile sînt apoi procesate de computer, care traduce coeficientul de atenuare integrat al fiecărui punct într-o anumită nuanţă de gri. Imaginea finală rezultă din ansamblul punctelor şi poate apărea pe un monitor video sau este înregistrată grafic (fig.36).

Pentru înţelegerea trăsăturilor şi semnificaţiei imaginii oferite de CT, trebuie să fie reţinute următoarele:

a. Fiecare element al imaginii (pixel) traduce coeficientul de atenuare al unui volum tisular determinat de distanţa dintre două puncte de măsurare şi de lărgimea fasciculului (implicit de grosimea stratului examinat), de ex. 1,4 x 1,4 x 7,5 mm; acest element de volum este denumit *voxel.* In alţi termeni, valoarea pixelului (nuanţa lui de gri) este explicit determinată de atenuarea radiaţiei într-un anumit voxel; în acest mod, efectul de sumaţie care guvernează imaginea radiologică este practic eliminat în totalitate.

b. Scara treptelor valorice de gri (sau "numerele" sistemului scanner) ce pot fi atribuite pixelului cuprinde de obicei 2048 de nuanţe.

De fapt pornind de la o valoare 0, care corespunde atenuării apei, scara este formată din 1024 nuanţe situate deasupra şi 1024 sub această valoare.

In cursul activităţii practice, s-a văzut că este preferabilă limitarea numărului de nuanţe afişate* la un spectru apropriat structurilor de interes particular. Acest spectru (sau "fereastră") este definit printr-o "medie" şi o "lărgime". Dacă, de exemplu, media este 206 şi lărgimea 14, nuanţele afişate vor fi cuprinse între 200 şi 213. Scara valorică este astfel redusă la 14 trepte, la care va fi raportată intensitatea pixelilor din imagine; cele superioare şi cele inferioare limitelor alese vor apărea ca alb, respectiv negru.

c. Redarea imaginii se realizează de obicei printr-o matrice 256 x 256 sau 512 x 512.

Sistemul de obţinere a imaginii care a fost descris mai înainte aparţine primei "generaţii" de instalaţii CT; generaţiile ulterioare sînt bazate pe forme ("moduri") diferite de realizare tehnică a principiului (fig.37). Modificarea mişcării mecanice a tubului şi detectorilor urmăreşte, în cazul acestor moduri, ameliorarea imaginii, dar mai ales scurtarea timpului de desfăşurare a examenului.

A doua generaţie foloseşte fascicule multiple (fiecăruia corespunzîndu-i un detector separat), dispuse în evantai şi acoperind un unghi de 10-20°, ceea ce permite examinarea, în cursul mişcării de translaţie, a aceluiaşi punct din mai multe unghiuri. Aceasta face posibilă reducerea numărului de mişcări de rotaţie (9-18) şi, implicit, a timpului de examinare (fig.37. b).

Generaţiile ulterioare folosesc numai mişcarea de rotaţie; aceasta este efectuată fie simultan de către tubul radiogen, care emite un fascicul colimat în evantai şi o baterie de detectori orientată spre sursă (generaţia 3-a, fig.37. c), fie numai de către tub, în timp ce detectorii, în număr variabil (de exemplu 600), sînt dispuşi circular în jurul pacientului (generaţia 4-a, fig.37,d) şi primesc date pe măsură ce sursa se deplasează în jurul pacientului.

---

* *Aşa cum am arătat, ochiul obervatorului distinge maximum 30 de nuanţe de gri (de obicei 15-20 de nuanţe); afişarea celor peste 2000 de valori ar face imposibilă distingerea diferenţelor mici de atenuare ale structurilor vecine.*

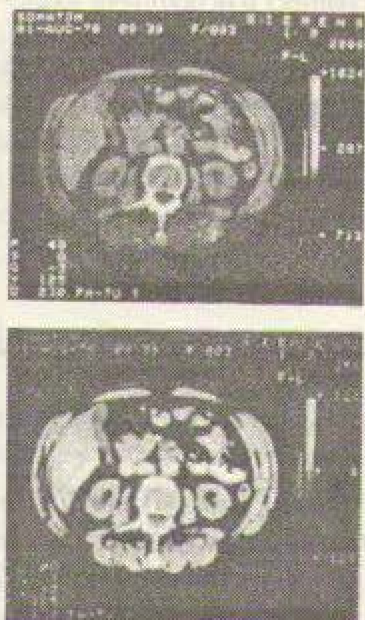


Fig. 38. Imprăştierea peste imaginea inițială (sus) a unei secțiuni din scara numerelor CT (nuanțelor de luminiozitate) reliefează organele puțin contrastante (ficat, rinichi, pancreas) (jos)

Avînd în vedere că rezultatul tomografiei computerizate este achiziția de date care se materializează într-o imagine digitală, devin posibile, prin variații ale programului calculatorului, o serie de "manipulări" ale acestor date, care le lărgesc sensibil capacitatea informativă pe plan anatomo-clinic.

Operatorul poate obține, de exemplu, o porțiune mărită a imaginii (efect "zoom"); în afara selecției inițiale a mediei şi lărgimii "ferestrei", el poate "dispersa" peste imaginea obținută o secțiune a scării de nuanțe, pentru a reliefa anumite structuri cu diferențe mici de atenuare față de vecinătate (fig.38). In fine, el poate folosi simultan 2 sau 3 ferestre, care, pe fondul aceleiaşi imagini, cresc netitatea unor formațiuni anatomice foarte diferite sub aspectul densității lor relative (de ex. țesut pulmonar şi organe mediastinale).

Imaginea, obținută datorită diferențelor de atenuare ale mediului anatomic, permite studiul lui prin identificarea de structuri (fig.36) şi anomalii ale acestora în condiții patologice şi poate fi utilizată ca atare în diagnosticul clinic. Ea corespunde însă şi unei liste de "coduri de densitate" înregistrate de calculator, ceea ce permite *măsurarea* densității structurilor într-o arie selecționată, deci un studiu cantitativ materializat într-o *histogramă*, care, în unele cazuri, poate deveni un element de diagnostic etiologic. In virtutea acestei capacități, tomografiei computerizate i se atribuie şi denumirea de *tomodensitometrie*.

Actuala tehnologie a CT permite, prin reconstrucția din mai multe secțiuni transversale adiacente, obținerea de imagini oblice sau în planuri diferit orientate spațial, de exemplu frontale (coronale); de asemenea, crearea de imagini tridimensionale ale unor formațiuni sau regiuni anatomice discriminate.

In fine, mai trebuie menționat că este posibilă creşterea contrastului natural al unora dintre țesuturile examinate prin administrare de substanțe de contrast cu eliminare renală sau biliară, examenul fiind practicat la un interval optim de la injectarea acestora.

Capitolul 2
BAZELE FIZICE ŞI TEHNICE ALE DIAGNOSTICULUI RADIOIZOTOPIC

2.1. Radioactivitatea

Practica diagnosticului radioizotopic, a medicinii nucleare în general, este bazată pe utilizarea radiaţiei emise de nucleii unor atomi în cursul dezintegrării lor. De regulă, asemenea atomi sînt izotopi artificiali (obţinuţi prin prelucrarea în reactoarele nucleare) ai unor elemente naturale, în mod obişnuit stabile. Trebuie reamintit că stabilitatea nucleului atomic este condiţionată de aşa-numitul *defect de masă*, adică de situaţia în care masa lui (în expresie relativistă $M = E/c^2$) este mai mică decît suma maselor protonilor şi neutronilor care îl compun. Atunci cînd condiţia de stabilitate nu este satisfăcută, are loc *dezintegrarea* nucleului respectiv, care devine un *radionuclid*, întrucît procesul dezintegrării este întotdeauna însoţit de o emisie (sau o asociere de emisii) de radiaţii alfa (nuclei de heliu), beta (electroni) sau gamma (radiaţie electromagnetică). Rezultatul dezintegrării este apariţia unui nucleu stabil sau în starea vecină stabilităţii ("metastabilitate").

Emisia de radiaţii alfa (α) are loc mai ales în cazul dezintegrării elementelor radioactive naturale (de exemplu ^{226}Ra). Un nucleu instabil $^{A}_{Z}X$, care se dezintegrează emiţînd radiaţii alfa se transformă într-un nucleu $^{A'}_{Z'}Y$, după eliberarea unei particule alfa, adică a unui nucleu de heliu ($^{4}_{2}He$), format din doi protoni şi doi neutroni.

Astfel,



$$^{226}_{88}Ra \rightarrow ^{222}_{86}Rn\ (radon) + ^{4}_{2}He$$

Emiţătorii alfa sînt rareori utilizaţi în practica medicală, datorită efectelor biologice deosebit de intense ale particulelor respective. In unele cazuri (cum este cel al radium-ului), emisia alfa este însoţită de o emisie gamma, care îşi găseşte aplicabilitate practică.

Emisia de radiaţii beta (β) are loc în urma unei dezintegrări în care nucleul instabil $^{A}_{Z}X$ este transmutat într-un nucleu izobar, al cărui număr atomic Z diferă cu o unitate:



$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+1}Y + e^- \quad sau$$



$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z-1}Y + e^+$$

Aşa cum se poate deduce, în cursul relaţiilor elementare respective rezultă o particulă beta (electron negativ în primul caz, electron pozitiv sau pozitron în cel de al doilea).

La baza acestui tip de dezintegrare se situează transformarea unui neutron în proton ($n \rightarrow p + e^-$) sau a unui proton în neutron ($p \rightarrow n + e^+$); aceste transformări sînt însoţite şi de emiterea unei particule neutre, cu masa de repaus 0, *neutrinul*.

Emisia de radiaţii gamma (γ) apare ca urmare a dezintegrărilor alfa şi beta, care se soldează cu excitarea nucleului respectiv. In cursul dezexcitării spontane care urmează, se produce emisia unui foton, a cărui energie $h\nu$ reprezintă diferenţa stărilor energetice iniţială şi finală ale nucleului: $h\nu = E_i - E_f$. Dezexcitarea se poate desfăşura ca proces unic sau în două trepte intermediare; în acest ultim caz vor fi emişi doi fotoni, cu energie mai mică. In general, emisia gamma nu modifică structura atomului.

Fotonii radiaţiei gamma posedă o frecvenţă (deci o energie) superioară celor ai radiaţiei X, întrucît diferenţele de energie din care provin sînt considerabil mai mari.

In general, un radionuclid poate fi caracterizat prin *tipul de radiaţii* emise în cursul dezintegrării şi prin *energia* acestora, exprimată în MeV. De exemplu, iodul 131 este un emiţător de radiaţie beta cu energie de 0,8 Mev şi de radiaţie gamma cu energie de 0,35 MeV.

2.1.1. Legea dezintegrării radioactive.

Procesul dezintegrării radionuclizilor poate fi cuantificat după o regulă statistică exponențială. Din studiul unui mare grup de nuclee radioactive identice, rezultă că între numărul dN de nuclee care se dezintegrează în intervalul de timp și numărul nucleelor nedezintegrate, existente la momentul t, se poate stabili relația:

$$(2.1)\quad dn = -\lambda N dt$$

unde λ exprimă probabilitatea dezintegrării nucleului în unitatea de timp și este denumită *constanta radioactivă*.

Numărul N de nuclee care rămîn nedezintegrate din numărul inițial N_0, după trecerea intervalului de timp dt, rezultă din ecuația:

$$(2.2)\quad N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Din această relație exponențială rezultă că desfășurarea în timp a procesului de dezintegrare poate fi descrisă cel mai bine prin atribuirea radionuclidului respectiv a unui *timp de înjumătățire fizic*, adică intervalul în care 50% din elementele lui au fost dezintegrate.

2.2. Principalele aplicații ale radionuclizilor în diagnosticul medical

Principiul pe care se bazează utilizarea radionuclizilor în diagnostic este administrarea pe cale intravenoasă sau orală, urmată de detectarea sau măsurarea radioactivității lor la nivelul unui organ sau al întregului corp.

2.2.1. *Forme de investigare.* Obținerea imaginii unui organ este principala formă de investigare radioizotopică proprie practicii medicale actuale. Această imagine, *scintigrama*, rezultă din suma semnalelor produse de emisia radioactivă, detectate și înregistrate grafic, prin utilizarea unei aparaturi corespunzătoare. Principalele organe care beneficiază de această metodă de examinare sînt inima, ficatul, rinichii, splina, sistemul reticulo-endotelial, oasele, creierul.

Studiul funcțiilor dinamice ale organelor (prin determinarea fracțiunii de fixare a radionuclidului în organul respectiv, după un interval de timp etalon), examinarea *distribuției radionuclidului* în întregul corp, ca și *dozarea in vitro* a unor compuși biochimici, reprezintă alte domenii posibile de aplicabilitate.

2.2.2. *Criterii de alegere a radionuclidului.* In investigarea radioizotopică in vivo, alegerea unui radionuclid potrivit trebuie să răspundă în principiu dezideratului de a oferi maximum de informație cu minimum de iradiere a pacientului. In practică, intervin, de asemenea, considerente de ordin tehnic (sensibilitatea aparaturii) și economic-organizatoric (posibilitatea producerii și furnizării radionuclidului și transportului corespunzător, ca și costul acestora).

Deoarece nu există soluții ideale, alegerea reprezintă de cele mai multe ori un compromis între diversele trăsături ale radioizotopului care vor fi enunțate în continuare.

a. *"Timpul de înjumătățire".* Intrucît acest timp determină în mare măsură gradul de expunere al pacientului, este de dorit ca el să fie cît mai scurt.

Pentru trei dintre radionuclizii mai frecvent folosiți, technețiul 99m, indiul 113m și iodul 131, timpii de înjumătățire fizică sînt de 6,05 ore, 100 minute, respectiv 8 zile.

In afara timpului de înjumătățire fizică, menționat mai înainte, care depinde de constanta radioactivă a nuclidului, trebuie să se țină seama și de timpul de *înjumătățire biologică*, adică de intervalul de timp în care cantitatea de radionuclid introdusă în organism scade la jumătate. In mare măsură, această trăsătură este dependentă, cum vom vedea, de trasorul folosit.

Intr-o expresie sintetică, timpii de înjumătățire fizică și biologică creează noțiunea de "viață medie efectivă", a cărei mărime ar trebui, în mod ideal, să fie cît mai apropiată de durata examenului, pentru a nu crea o iradiere inutilă a organismului.

b. *Natura radiației emise și energia acesteia.* Obținerea imaginii radioizotopice necesită o radiație cu energia suficient de ridicată pentru a putea fi detectată după parcurgerea unui strat de țesuturi de grosime uneori importantă. In acest sens, sînt preferați în prezent radioemițători gamma de energie medie, suficient de penetrantă, dar care nu expune în exces organismul; pentru doi dintre cei mai utilizați în acest scop, iodul 131 și technețiul 99m, energia emisiei gamma este de 0,360, respectiv 0,140 MeV.

c. *Afinitatea selectivă* a radionuclidului față de anumite organe, care trebuie dublată de absența toxicității sale locale și generale.

Dintre cei aproximativ 1000 izotopi radioactivi artificiali produși în prezent, sînt utilizați în mod curent doar cîțiva, care corespund intr-o măsură acceptabilă dezideratelor expuse: techneţiul 99m (metastabil) (^{99m}Tc), indiul 113m (^{113m}In), indiul 111 (^{111}In), iodul 131 (^{131}I), iodul 125 (^{125}I), seleniul 75 (^{75}Se), aurul 198 (^{198}Au), mercurul 197 (^{197}Hg).

2.2.3. Trasorii radioactivi.

Un număr de radionuclizi prezintă o afinitate selectivă inerentă pentru parenchimul unui organ (de exemplu iodul pentru tiroidă) şi pot fi administraţi ca atare (mai exact, sub forma unei molecule anorganice uşor disociabilă, cum este cea de iodură de sodiu). In alte cazuri, concentrarea nuclidului în organul vizat nu este posibilă decît folosind tropismul unor molecule mai mult sau mai puţin complexe de care acesta este legat, aşa-numite *molecule marcate*.

Compusul chimic molecular care serveşte ca "vehicul" radionuclidului este denumit *trasor radioactiv*.

Uneori se foloseşte şi termenul de "preparat radiofarmaceutic", deşi el nu are o acţiune farmacodinamică propriu-zis, servind doar ca mijloc auxiliar de diagnostic.

Familia trasorilor este foarte largă şi variată în compoziţie.

In general, un trasor trebuie să îndeplinească unele condiţii de ordin chimic şi biologic, care îl fac adecvat investigaţiei medicale: puritatea, stabilitatea, toxicitatea redusă sau absentă, persistenţa în circulaţie pe un anumit interval de timp, concentrarea într-un anumit organ sau ţesut, excreţia rapidă şi completă pe o cale cunoscută.

In practica actuală sînt utilizate următoarele tipuri principale de trasori radioactivi:

a. *Ionici*. Unele radiofarmaceutice sînt reprezentate de molecule anorganice simple, care, în soluţie, se disociază rapid în ioni, folosiţi ca atare (de exemplu, ^{99m}Tc- sub formă de ioni pertechnetat TcO_4^-, iodul 131 ca ion de iodură I^-).

Capacitatea de trasor a acestora este conferită de încorporarea lor în compuşi organici, de posibilitatea de a intra în reacţii de schimb cu ionii organismului sau de a se lega de proteinele plasmatice.

b. *Cuprinzînd molecule organice* de complexitate variabilă (polipeptide, aminoacizi, proteine, albumine, hormoni, acizi graşi şi lipide, vitamine, citostatice etc.), în care este inclus radionuclidul respectiv (de exemplu, ^{131}I, ^{99m}Tc, ^{75}Se etc.)

c. *Suspensii coloidale*. In funcţie de obiectivul investigaţiei, acestea pot fi formate din particule cu dimensiuni variate, cuprinse între 1 nm şi 5 µm, marcate cu radionuclidul ales (mai frecvent techneţiul 99m).

Coloizii injectaţi sînt fagocitaţi de macrofagele organismului în sistemul reticulo-endotelial, în care sînt mai întîi transportaţi şi concentraţi, de unde posibilitatea unei bune reprezentări a organelor bogate în acest ţesut (ficat, măduva osoasă, splina).

Distribuţia trasorului coloidal este în cea mai mare măsură dependentă de mărimea particulelor sale. Astfel, particulele cu dimensiuni sub 100 nm sînt fagocitate în măsură mai mare în măduva osoasă decît în ficat şi splină; cele de dimensiuni medii (300-1000 nm) sînt concentrate mai ales în ficat, iar cele cu mărimi cuprinse între 1-5 µm, în splină.

2.3. Imaginea radioizotopică

Concentraţia diferenţiată a trasorilor la nivelul ţesuturilor şi organelor permite, pe calea detectării şi înregistrării emisiei gamma a radionuclidului, obţinerea unei imagini caracteristice, capabilă să ofere relaţii cu privire la starea morfologică a acestora. Formarea imaginii implică un lanţ tehnologic destul de complex; elementele acestuia, ca şi performanţele achiziţiei pe plan informaţional, depind de tipul instalaţiei utilizate.

2.3.1. Scintigraful liniar.

Prima dintre instalaţiile care au întrunit condiţiile unui instrument de investigare medicală, scintigraful liniar, include în mod necesar următoarele componente fundamentale:

a. *Sonda de scintilaţie*, care cuprinde unul sau mai multe cristale din iodură de sodiu, de dimensiuni variabile, în care radiaţiile gamma sînt transformate în semnale luminoase; acestea sînt preluate şi amplificate de un fotomultiplicator şi, în final, traduse în impulsuri electrice de amplitudine proporţională cu intensitatea radiaţiei gamma incidente. Sonda îndeplineşte deci, prin cristalul sau cristalele încorporate, funcţia de *detector* al emisiei radioactive. In acest scop, ea poate fi deplasată, prin curse succesive, pe o arie care acoperă proiecţia organului examinat.

Pentru a putea deveni sursa unei imagini explicite, fasciculul gamma emis de radionuclid trebuie să fie *focalizat*, astfel încît fiecare din punctele parcurse de sondă să capete un corespondent individual clar reprezentat. Această focalizare este realizată printr-un colimator confecţionat din plumb, care limitează fasciculul divergent provenit din fiecare punct emiţător. Colimatorul este încorporat, ca şi tubul fotomultiplicator, în ansamblul constructiv al sondei.

b. *Analizorul de pulsuri*. Impulsurile electrice produse de fotomultiplicator sînt transferate unui analizor care le înregistrează şi le atribuie semnificaţia

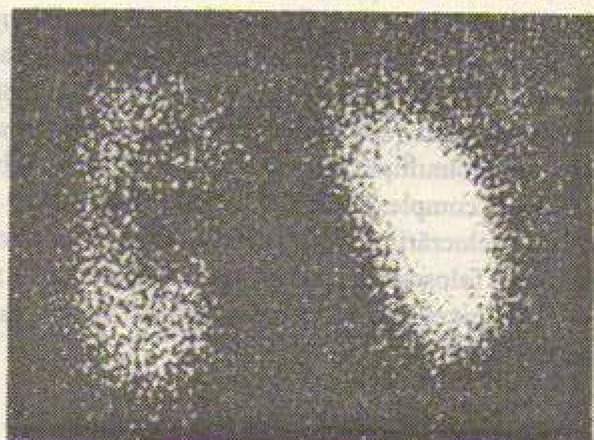


Fig.39. Scintigramă renală cu înregistrare fotografică.

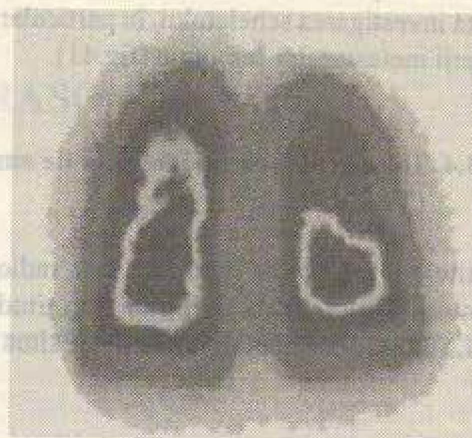


Fig.40. Scintigramă pulmonară cu redare digitală.

corespunzătoare intensității radiației, implicit cantității de radionuclid care o generează.

c. *Sistemul de redare a imaginii.* Informația oferită de scintigraful liniar poate fi înregistrată în final, sub forma unei imagini, pe diferte căi.

Inregistrarea mecanică se realizează printr-un cap de înregistrare, care, corespunzător unui anumit număr de impulsuri, marchează un semn grafic (de obicei o cratimă).

Inregistrarea fotografică implică un traductor foto-electric, care permite transcrierea semnalelor pe un film radiologic (fig.39). .

Scintigrama poate fi redată și în culori, pe hîrtie fotografică, fiecare grad de densitate a semnalelor fiind echivalat cu o anumită nuanță cromatică, ceea ce permite o mai ușoară distingere a contrastului dintre diferitele zone ale imaginii.

Redarea pe monitor a imaginii este posibilă prin cuplarea sistemului de obținere a ei cu un circuit închis de televiziune. Intăritorul de imagine, propriu acestui circuit, permite și prelucrarea și redarea ei digitală (fig.40).

2.3.2. Camera de scintilație.

Un progres substanțial în raport cu scintigraful liniar, sub aspectul suprimării baleiajului mecanic și al creșterii vitezei de explorare, îl reprezintă *camera de scintilație.* Aceasta se bazează în principiu pe utilizarea unui cristal din iodură de sodiu de mari dimensiuni (30 cm diametru); radiația gamma, care provine de la *întreaga* regiune examinată în același moment este colimată într-un mare număr de fascicule înguste ce produc scintilații independente, detectate de un sistem de tuburi fotomultiplicatoare, cuplate optic la cristal. Acestea sînt apoi transformate în impulsuri electrice, care pot fi afișate, potrivit poziției inițiale a scintilațiilor, pe un tub catodic sau înregistrate prin diferite procedee grafice.

2.3.3. Examinarea simultană a întregului corp.

Aceasta devine posibilă din punct de vedere tehnic printr-o combinație a principiului baleierii (din scintigrafia liniară) cu utilizarea camerei de scintilație. Pacientul este așezat pe masa de explorare, care se deplasează mecanic în fața sistemului de detecție, astfel încît, în final, este înregistrată distribuția radionuclidului în întregul corp.

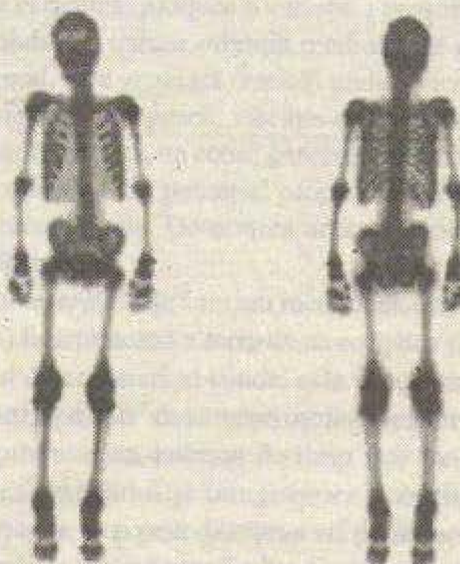


Fig.41. Imaginea scintigrafică a întregului schelet.

Cea mai importantă indicaţie a acestei tehnici o reprezintă investigarea scheletului, în particular în scopul evidenţierii metastazelor tumorale (fig.41).

2.3.4. Tomografia computerizată de emisie (TEC).

Constituie o tehnică de reprezentare a radioactivităţii într-o anumită secţiune a corpului (longitudinală sau axială). La baza formării imaginii se poate situa fie emisia gamma, fie cea beta pozitronică a unui radionuclid. In cea de a doua variantă, este folosit efectul de "anihilare" a pozitronului, din care rezultă o emisie gamma ce poate fi detectată şi înregistrată. Elementele esenţiale pentru obţinerea imaginii radioizotopice (colimatoare, cristale detectoare, fotomultiplicatoare) sînt realizate şi asamblate de o manieră complexă. Ca şi în cazul CT, imaginea este rezultatul prelucrării digitale a informaţiei. In sistemele de afişare se folosesc în mod obişnuit matrice de 32 x 32 sau 64 x 64 pixeli, cu 16 trepte de gri, respectiv nuanţe cromatice.

Capitolul 3
BAZELE FIZICE ŞI TEHNICE ALE ULTRASONOGRAFIEI (ECHOGRAFIEI)

Spre deosebire de procedurile de investigaţie descrise pînă acum, echografia utilizează, în obţinerea de informaţie anatomo-clinică, un agent fizic care nu face parte din categoria radiaţiilor ionizante (cum sînt radiaţia X şi gamma), şi anume ultrasunetele*. Modul în care diferitele structuri, normale sau patologice, reflectă această categorie de unde (deci îşi manifestă capacitate de medii diferit "echogene") este tradus în semnale optice, al căror ansamblu constituie o imagine şi care oferă informaţii utile cu privire la natura şi starea acestor structuri.

3.1. Noţiuni elementare de fizică a ultrasunetelor

3.1.1. Unda sonoră.

Prezenţa unui sunet corespunde variaţiilor alternative (cu evoluţie sinusoidală) de presiune, ce rezultă din punerea în mişcare longitudinală a particulelor constitutive ale mediului de propagare.

O undă sonoră este caracterizată fizic prin:

a. *Frecvenţa F* a acestor variaţii, exprimată în Hz (Hertz sau cicli pe secundă). Sunetele percepute de organul auditiv uman au o frecvenţă cuprinsă între 16 şi 15.000 Hz; ultrasunetele folosite în echografie recunosc o gamă de frecvenţă cuprinsă între 1-15 MHz ($1 \times 10^6 - 15 \times 10^6$ Hz). In echografia medicală (de ex. cea abdominală) se utilizează de obicei frecvenţe de 1-5 MHz.

b. *Viteza de propagare V*. Aceasta depinde în esenţă de mediul traversat: 331 m/s în aer, 1500 m/s în apă, 4080 m/s în os; pentru ţesuturile moi ale corpului uman, ea poate fi estimată în medie la 1570 m/s.

c. *Lungimea de undă* λ, adică distanţa parcursă de undă în timpul unui ciclu, care depinde, pentru un mediu dat, de frecvenţă: $\lambda = V/F$. De exemplu, în apă λ= 1,50 mm pentru 1 MHz şi 0,5 mm pentru 3 MHz.

3.1.2. Emisia şi recepţia ultrasunetelor

In practica echografiei medicale, ultrasunetele sînt produse de o sondă emiţătoare, care utilizează efectul piezoelectric şi care, în virtutea aceluiaşi efect, serveşte şi ca receptor al undelor reflectete ("ecourilor").

Efectul piezoelectric. Aplicarea unei diferenţe de potenţial electric alternative pe feţele unui cristal (sau lamele de ceramică) produce o variaţie a grosimii acesteia care, la rîndul ei, induce vibraţia mediului de propagare. In acest mod, este generată (emisă) unda sonoră.

De o manieră reciprocă, vibraţia cristalului lovit de o undă sonoră (în speţă, un ecou) generează între feţele cristalului o diferenţă de potenţial proporţională cu energia acustică recepţionată. Detectarea acestui impuls electric reprezintă recepţia.

Emisia-recepţia. Aşa cum am meniţonat, sonda ("transductorul") funcţionează alternativ ca emiţător şi ca receptor. Discul de ceramică al sondei este supus unor stimuli foarte scurţi, "pulsaţi" de către un oscilator electronic. Intre emisiile produse, un interval de timp mai lung permite "ascultarea" mediului şi înregistrarea ecourilor. Ciclul emisie-recepţie se repetă de cîteva ori pe secundă.

In instalaţia de echografie medicală, cristalul (ceramica) are forma unui disc, cu grosimea echivalentă unui

* *Din acest motiv, este etichetată ca neinvazivă sau neagresivă, prin aceasta reliefîndu-i-se caracterul lipsit de nocivitate.*

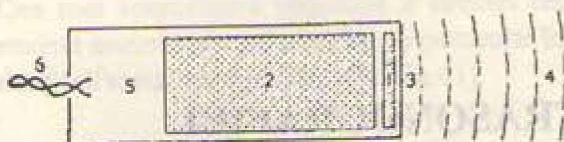


Fig.42. Sondă emiţătoare-receptoare. 1 – ceramică piezoelectrică; 2 – bloc amortizor; 3 – fereastra sondei; 4 – fasciculul sonor; 5 – suport; 6 – conexiuni electrice.

multiplu al semilungimii de undă ($n\lambda/2$); el emite într-o bandă restrînsă de frecvenţe, în care cea dominantă devine frecvenţa nominativă a sondei. Adaptarea instalaţiei la diferitele cerinţe anatamo-clinice implică disponibilitatea unui set de sonde, ale căror cristale, pe lîngă alte particularităţi constructive, au grosimi variate.

3.1.3. Formarea ecourilor.

3.1.3.1. *Reflectarea sunetului.* Ecoul corespunde unui semnal care este înregistrat atunci cînd o parte din energia sonică cuprinsă în fasciculul incident se reîntoarce spre sondă. Dacă întreaga energie este reflectată, nici un sunet nu se propagă dincolo de obstacolul întîlnit, acesta comportîndu-se ca un veritabil ecran. Dacă energia reflectată este mai redusă, fasciculul este doar atenuat la trecerea prin obstacol şi va putea produce alte ecouri în regiuni mai îndepărtate (fig.43).

Cunoaşterea vitezei medii de propagare a sunetului (în corpul uman, ea este de 1570 m/s) permite să se evalueze poziţia obiectului ecogen în raport cu emiţătorul.

Pentru aceasta, timpul scurs între emisia unui "tren de unde" şi recepţia ecoului se înmulţeşte cu valoarea vitezei medii; rezultatul se împarte la doi, întrucît trenul parcurge un drum dus-întors. Este evident că aceste operaţiuni se efectuează automat în timpul funcţionării sondei.

3.1.3.2. *Impedanţa acustică.* Reflexia sonoră se produce atunci cînd condiţiile de propagare între două medii parcurse succesiv de trenul de unde se schimbă brusc. Condiţiile de propagare pentru un mediu dat sînt rezumate în impedanţa acustică Z, care este egală cu produsul densităţii (g/cm³) cu viteza de propagare a sunetului V (cm/s):

$$(3.1) \quad Z = \rho V$$

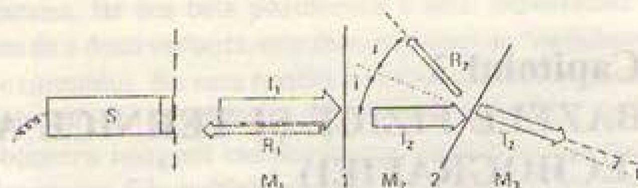


Fig.43. Formarea ecourilor. Fiecare mediu M traversat de fascicul este caracterizat printr-o impedanţă acustică Z. La nivelul primei "interfeţe" (1), fasciculul incident I_1 suferă o reflexie parţială R_1. Procentul de energie refectat spre sondă este funcţie de variaţia lui Z. Dacă a doua "interfaţă" (2) nu este perpendiculară pe axul lui, fasciculul incident I_2 suferă o refracţie T_2 şi o reflexie parţială R_2, care nu mai este dirijată spre sondă (S).

Valorile impedanţei acustice ale cîtorva din mediile de interes pentru echografia medicală sînt urmatoarele:

aer:	$Z = 0{,}0004 \times 10^5$ g/cm² x s
apă:	$Z = 1{,}48 \times 10^5$ g/cm² x s
ficat:	$Z = 1{,}65 \times 10^5$ g/cm² x s
os:	$Z = 7{,}00 \times 10^5$ g/cm² x s

Procentul din energia fasciculului incident care este reflectat la trecerea dintr-un mediu 1 într-un mediu 2 este dat de formula:

$$(3.2) \ \% \text{(procent de reflectare)} = 100 \left[\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right]^2$$

(formula este valabilă numai pentru reflectarea la un unghi de 90°, adică perpendiculară pe planul întîlnit de sunet).

In organism, format în principal din medii apoase, fasciculul care întîlneşte brusc un mediu cu impedanţa acustică foarte diferită (aer, os, calcificări) va suferi o reflexie foarte importantă. Intreruperea propagării fasciculului la nivelul acestor structuri creează o "umbră" stînjenitoare pe imaginea obţinută prin anumite tehnici echografice (de ex. echotomografia).

Acelaşi fenomen face necesar ca sonda să fie aplicată pe piele prin intermediul unui gel sau ulei, care suprimă aerul interpus; de asemenea, ca să se evite deplasarea sondei perpendicular pe oase.

Conţinutul gazos intestinal abundent, ca şi prezenţa unui pneumoperitoneu, pot produce eşecuri ale examenului, în măsura în care opresc propagarea ultrasunetelor.

3.1.4. Atenuarea fasciculului.

Intensitățile relative a două nivele sonore de aceeași frecvență sînt apreciate și măsurate comparativ pe o scară logaritmică în decibeli (db). Diferența între două sunete de intensitate I_1 și I_2 este dată în decibeli de formula:

$$(3.3)\quad dB = 10\log_{10}\frac{I_1}{I_2}$$

Energia purtată de fascicul se atenuează pe măsura îndepărtării de sonda emițătoare (datorită inerției și frecării între ele a particulelor mediului, ca și neelasticității șocurilor). Această atenuare este de tip exponențial.

Coeficientul de atenuare depinde de frecvența F a undei sonore și de mediul de propagare.

Atenuarea este practic proporțională cu frecvența, ceea ce înseamnă că, odată cu creșterea frecvenței, parcursul undei sonore se reduce.

Mediului traversat îi este propriu un coeficient de atenuare propriu, α', independent de frecvență. Mărimile acestuia pentru cîteva medii biologice sînt: sînge 0,18; ficat 0,95; os 20; plămîn 40.

3.1.5. Capacitatea de rezoluție.

In axul fasciculului două obiecte apropiate între ele nu pot fi identificate separat în echografie decît dacă sînt separate printr-o distanță echivalentă cu un multiplu al lungimii de undă, adică de ordinul de mărime al trenului de unde emis la fiecare impuls. Rezoluția "standard" este de 2-3λ.

Intr-un ax perpendicular pe fascicul, capacitatea de a distinge două obiecte învecinate (rezoluția) depinde în cea mai mare măsură de diametrul fasciculului: cu cît acesta este mai redus, rezoluția crește.

Diametrul fasciculului este, la rîndul lui, condiționat de frecvența ultrasunetului (în principiu, el este mai redus în cazul unei frecvențe ridicate), de diametrul cristalului și de depărtarea față de sondă. Intrucît forma fasciculului este, în linii mari, conică, cu tendința la divergență, se poate obține o îngustare a lui prin plasarea în fața cristalului a unei lentile acustice, care corectează parțial această divergență.

Trebuie remarcat faptul că în ambele situații capacitatea de rezoluție, deci finețea informației echografice, crește pe măsura ridicării frecvenței undei sonore. Undele sonore cu frecvență ridicată au însă, cum am văzut, un coeficient de atenuare mai ridicat, ceea ce înseamnă că parcursul lor prin mediul investigat va fi mai redus.

In alegerea sondei și adaptarea la condițiile concrete de lucru, operatorul trebuie să țină seama de compromisul ce trebuie realizat între performanțele de "penetrație" și de rezoluție create prin construcția ei.

3.2. "Modurile" investigării echografice

Inregistrarea semnalelor-ecou poate fi realizată în condiții tehnice diferite, care stau la baza obținerii de reprezentări grafice corespunzătoare, așa-numitele *moduri echografice*.

3.2.1. Modul A ("amplitudine").

Este unul dintre primele utilizate în practica medicală, în mod particular în echo-encefalografie, pentru decelarea unor procese expansive intracraniene.

In general, acest mod poate fi practicat cu toate instalațiile de uz curent. El necesită o sondă emițătoare-receptoare liberă, conectată la un sistem electronic. Informațiile obținute sînt reprezentate sub forme de trasee, cu vîrfuri de deflexiune electrică corespunzatoare interfețelor echogene, pe un osciloscop (ecran video) (fig.44); aceste trasee pot fi fotografiate.

In principiu, fiecare ecou este apreciat prin amplitudinea vîrfului de deflexiune pe care îl creează, măsurată în decibeli (dB); poziția ecourilor în raport cu sonda este măsurată în centimetri. Analiza semnalelor se face pornind de la sonda emițătoare-receptoare, în lungul axului de propagare a fasciculului. La unele instalații, un cursor electronic permite măsurarea distanței ce separă două vîrfuri (ecouri) ale traseului. Pentru corectarea atenuării inevitabile a fasciculului în țesuturi, operatorul dispune de posibilitatea amplificării semnalelor, care poate fi globală (egală pentru întregul traseu înregistrat) sau diferențiată (interesînd ecourile ce provin de la o anumită adîncime).

Modul A este utilizat în prezent ca prim timp de reglaj al aparaturii echografice sau pentru depistarea rapidă a structurilor lichidiene normale sau patologice. El permite, de asemenea, măsurarea diametrului biparietal al craniului fetal, ca și reperarea șanțului interhemisferic în echoencefalografie (fig.44). In fine, mai poate fi utilizat în practicarea puncției dirijate a unor colecții lichidiene sau formațiuni chistice profunde.

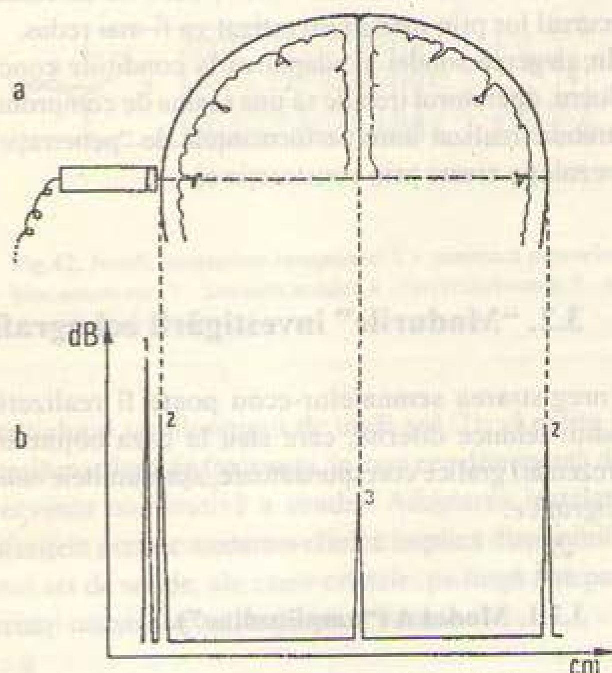


Fig.44. Aplicaţie a modului A: studiul poziţiei şanţului interhemisferic (echo-encefalografie). Reprezentarea vîrfurilor (ecourilor) cărora li se poate aprecia intensitatea în decibeli (dB) şi poziţia (adîncimea în cm), urmînd axul de propagare a fasciculului. 1 – ecoul de ieşire din sondă; 2 – ecourile oaselor parietale; 3 – ecou interhemisferic.

După reperarea formaţiunii patologice respective, un ac de puncţie introdus printr-un canal situat în centrul sondei este urmărit pe un traseu echografic, pînă la plasarea lui în masa lichidiană.

3.2.2. Modul TM ("timp-mişcare").

In cadrul acestei tehnici, informaţiile obţinute în modul A sînt studiate în funcţie de timp printr-un baleiaj continuu al ecranului de afişare; astfel, structurile mobile vor fi reprezentate prin curbe, iar cele imobile prin drepte (fig.45).

Aparatura comportă o unitate în modul A, completată printr-un sistem electronic ce permite baleiajul ecranului video în timp. Imaginile obţinute pot fi înregistrate pe pelicula fotografică sau pe banda de hîrtie. Un dispozitiv complementar permite reprezentarea simultană a unei electrocardiograme (fig.45), respectiv a unei fonocardiograme.

3.2.3. Modul B ("brianţă", echotomografie, scan echografic).

Aşa cum am văzut, cînd transductorul (sonda emiţătoare-receptoare) este plasat în contact cu suprafaţa corpului şi emite un fascicul ultrasonor, în zonele de interfaţă a structurilor subjacente va apărea un număr de ecouri care, în modul A, se materializează pe tubul catodic sub formă de deflexiuni.

Aceleaşi semnale-ecou pot fi reprezentate şi sub formă de *puncte luminoase* corespunzătoare vîrfurilor de deflexie, a căror intensitate este proporţională cu intensitatea semnalului (ecoului).

Dacă transductorul este deplasat pe suprafaţa corpului, pentru fiecare din poziţiile lui va apărea o serie de puncte luminoase (de "brianţă"), reprezentînd zonele de

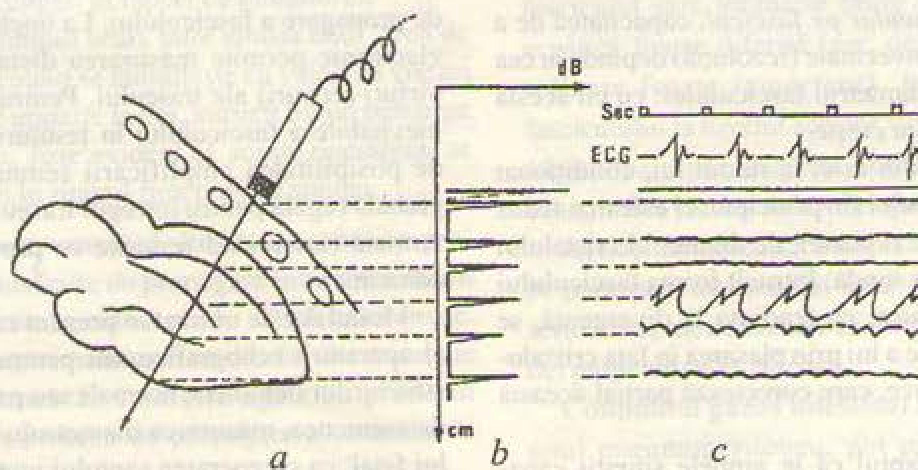


Fig.45. Principiul modului TM (timp-mişcare). a. Explorare ultrasonografică prin masa cardiacă. b. In modul A, vîrfurile de deflexie electrică traduc diferitele interfeţe întîlnite de fascicul. c. Inregistrare în funcţie de timp a evoluţiei ecoului A: structurile imobile se traduc prin linii drepte; valvele au un traiect oscilant caracteristic. Sînt reprezentate simultan: timpul în secunde (Sec) şi electrocardiograma (ECG).

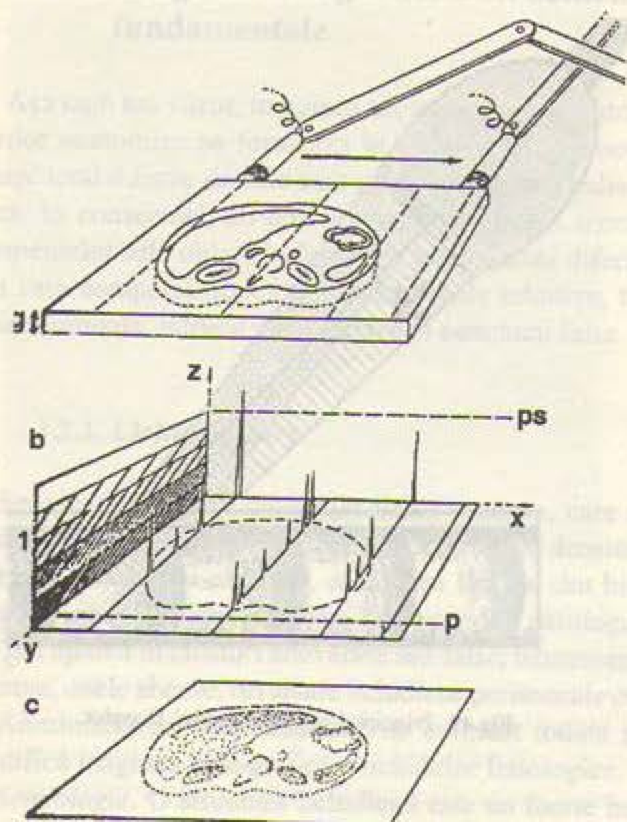


Fig.46. Principiul modului B. a. Baleiaj manual într-un plan, sonda fiind menţinută de un pantograf. Grosimea g a planului de secţiune depinde de diametrul fasciculului. b. Tratarea informaţiilor obţinute. Pe axul X, poziţia sondei, dată de pantograf; pe axul Z, intensitatea ecourilor succesive, provenind din aceeaşi poziţie a sondei; pe axul Y, poziţia ecourilor în raport cu sonda. Fiecărui ecou i se atribuie, în funcţie de amplituinea lui (axul Z), o intensitate luminoasă mergînd de la negru la alb, prin intermediul unei scări de gri-uri (1). P – pragul de detecţie (semnalul cel mai slab, tonul cel mai închis); PS – pragul de saturaţie (semnalul cel mai puternic, tonul cel mai deschis). c. Imagine statică memorizată, reproducînd forma şi structura ţesuturilor traversate (secţiune echotomografică).

interfaţă ecogene. Inregistrînd ecourile ce aparţin unei multitudini de poziţii succesive, sumaţia acestor puncte va construi o imagine de secţiune transversală a corpului (scan), compusă din elemente de intensitate luminoasă variabilă, mergînd de la alb la negru şi trecînd prin variate tonuri intermediare de gri (fig.46 şi 47). Grosimea unei secţiuni este corespunzătoare lărgimii fasciculului utilizat.

Principiul modului B este prezentat schematic în fig.46.

In funcţie de anumite particularităţi tehnice ale sistemului emisie-recepţie, imaginea poate reprezenta o secţiune completă sau, cel mai frecvent, un sector al unei asemenea secţiuni (fig.47).

Din punct de vedere tehnic, obţinerea unei secţiuni echotomografice implică deplasarea transductorului în-



Fig.47. Secţiune echotomografică tipic sectorială (mod B) la nivelul abdomenului, în planul veziculei biliare. Sînt reprezentate: vezicula biliară (formaţiunea ovalară de tonalitate închisă), pereţii acesteia (lizereul deschis) şi parenchimul hepatic înconjurător.

tr-un singur plan; în acest scop, el este montat la extremitatea unui braţ ce funcţionează ca pantograf. Braţul portsondă, manevrat manual, este legat la un sistem electronic complex, care permite reprezentarea ecourilor sub forma de puncte luminoase, repartizate pe o scară de gri-uri şi sumarea acestor puncte într-o imagine aparentă pe ecranul video. Odată realizată, imaginea este întreţinută pe ecran printr-un sistem de memorie, în vederea înregistrării pe hîrtie fotografică sau pe magnetoscop; pentru a efectua o altă secţiune, este necesară ştergerea imaginii precedente.

Mobilitatea pantografului permite construirea în spaţiu a unei infinităţi de secţiuni, cu orientare variată (transversală, longituinală, oblică). Un dispozitiv "zoom" permite mărirea imaginii sau a unei porţiuni a acesteia. Aşa cum se poate deduce din cele expuse, informaţiile obţinute pe calea modului B sînt statice; de aici şi denumirea "timp întîrziat" care se atribuie uneori acestei tehnici echografice.

3.2.4. Modul D (dinamic,"timp real", echotomografia dinamică, echoscopia).

In principiu, în practica acestui mod de investigare ultrasonografică, mîna operatorului este înlocuită printr-un sistem de baleiaj automat, electronic sau mecanic, folosind sonde sau grupuri de sonde legate în serie, care formează "capul ultrasonor".

Baleiajul realizat pe această cale este mult mai rapid şi se desfăşoară ciclic; fiecare ciclu complet al transductorului face să apară pe ecran o imagine de secţiune fugace, deci o succesiune de cicluri corespunde unei succesiuni de imagini. Frecvenţa baleiajului şi cea a imaginilor succesive este suficient de mare pentru a crea o sumaţie prin remanenţă retiniană.

Imaginea în modul D este permanentă, dinamică, permiţînd observarea mişcărilor fiziologice (de unde denumirea de "echoscopie"); ea poate fi "îngheţată" instantaneu (prin manevra "stop cadru") şi apoi fotografiată.

Deplasarea convenabilă a "capului" pe suprafaţa exminată poate produce o suită de secţiuni foarte apropiate, din care rezultă o imagine cerebro-vizuală tridimensională.

3.2.5. Alte aspecte şi variante tehnice.

Endoscopia ultrasonică. Montarea unui transductor de construcţie specială la capătul unui dispozitiv endoscopic permite introducerea lui în cavităţi naturale (rect, vezică urinară, vagin etc.) şi obţinerea pe această cale de imagini informative cu privire la starea pereţilor şi a organelor în vecinătate (fig.48).

Dirijarea puncţiilor biopsice. Numeroase proceduri tehnice, bazate pe utrasonografie, sînt consacrate "ghidării" puncţiilor biopsice. In acest scop este folosită mai ales echografia "timp real", care permite un grad ridicat de precizie în numeroase puncţii transcutane ale unor formaţiuni patologice situate în diferite organe profunde (ficat, rinichi, pancreas etc.)

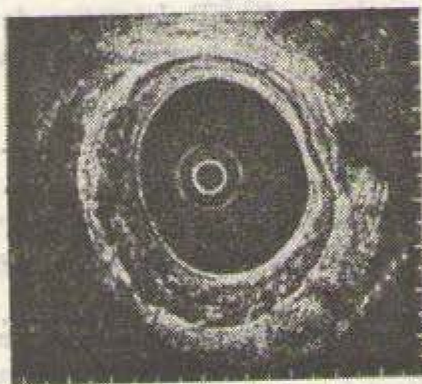


Fig.48. Echoendoscopie a colonului. In centrul lumenului organului, imaginea transductorului.

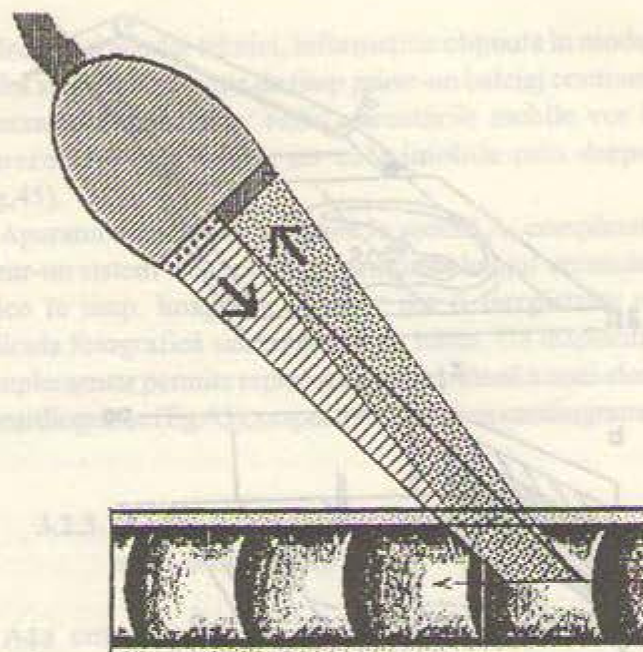


Fig.49. Principiul ultrasonografiei Doppler.

Ultrasonografia Doppler. Efectul Doppler se referă la comportarea sunetelor în situaţia în care ele sînt reflectate de un mediu în mişcare. Cînd unda sonoră întîlneşte un fluid în mişcare (în particular, sîngele) şi este reflectată de acesta, se reîntoarce cu o frecvenţă diferită: crescută, dacă fluxul este orientat spre sonda-receptor sau, dimpotrivă, redusă, dacă sensul fluxului este contrar.

Tehnicile utrasonografice Doppler sînt variate. In "modulul" cu undă continuă (fig.49), unda sonoră este continuu emisă de o sondă şi continuu recepţionată, după reflexie, de o a doua. Modificarea frecvenţei, înregistrată şi analizată electronic, oferă posibilitatea măsurării vitezei de deplasare a fluidului (sîngelui), în diferite segmente vasculare, arteriale sau venoase ("velocimetrie"). Indirect, pot fi puse în evidenţă modificări de lumen şi alte stări patologice care modifică debitul local.

Prelucrarea digitală a informaţiei. Aparatura ultrasonografică aparţinînd generaţiilor recente este prevăzută cu dispozitive de memorie numerică matricială, care permit stocajul informaţiei cuantificate în sistem digital. In acest mod, devine posibilă modificarea ulterioară a imaginii, prin comprimarea sau etalarea scării de gri-uri sau prin selecţia unuia sau mai multor nivele de gri.

3.3. Imaginea echografică a structurilor fundamentale

Aşa cum am văzut, imaginea ultrasonografică a structurilor anatomice se formează în virtutea unor procese fizice total diferite de cele care produc imaginea radiologică. In consecinţă, atribuirea unei semnificaţii corecte elementelor sale obligă la formarea unei viziuni diferite, din care comparaţiile, ca şi reprezentările intuitive, trebuie eliminate, întrucît pot conduce la concluzii false.

3.3.1. Lichidele pure

Se consideră "pur" un mediu lichid omogen, care nu conţine în suspensie particule macroscopice de densitate diferită. In condiţii normale, asemenea lichide sînt bila, sîngele, urina, lichidul amniotic, iar în condiţii patologice ele pot apărea în chisturi adevărate sau false, hematoame recente, unele abcese, revarsate lichidiene peritoneale etc.

Administrarea unei substanţe de contrast iodate nu modifică imaginea echografică a lichidelor fiziologice.

Semiologie. O structură lichidiană este un foarte bun transmiţător sonic; în consecinţă, va apărea ca o zonă fără ecou (transsonică, anechogenă), care prezintă la nivelul interfeţelor (limitelor faţă de vecinătate) perpendiculare pe fascicul un lizereu sau o bandă foarte intens echogene (fig.50; vezi şi fig.47, în care apar sub această formă pereţii veziculei biliare). Banda (lizereul) corespunzînd interfeţei posterioare (mai îndepărtată de sondă) este întotdeauna mai largă, mai bine marcată, şi este urmată în profunzime de o regiune cu ecouri intense ("zona de facilitare"), ce traduce slaba atenuare a fasciculului ajuns la acest nivel.



Fig. 50. Imagine produsă de lichidul amniotic (corp fetal intrauterin)

Lichidele "impure", care conţin în suspensie particule solide tisulare sau prezintă componente cu vîscozitate foarte diferită (colecţii purulente, ţesuturi necrotice, chisturi cu conţinut complex, hematoame pe cale de organizare) pot produce imagini echografice extrem de variate.

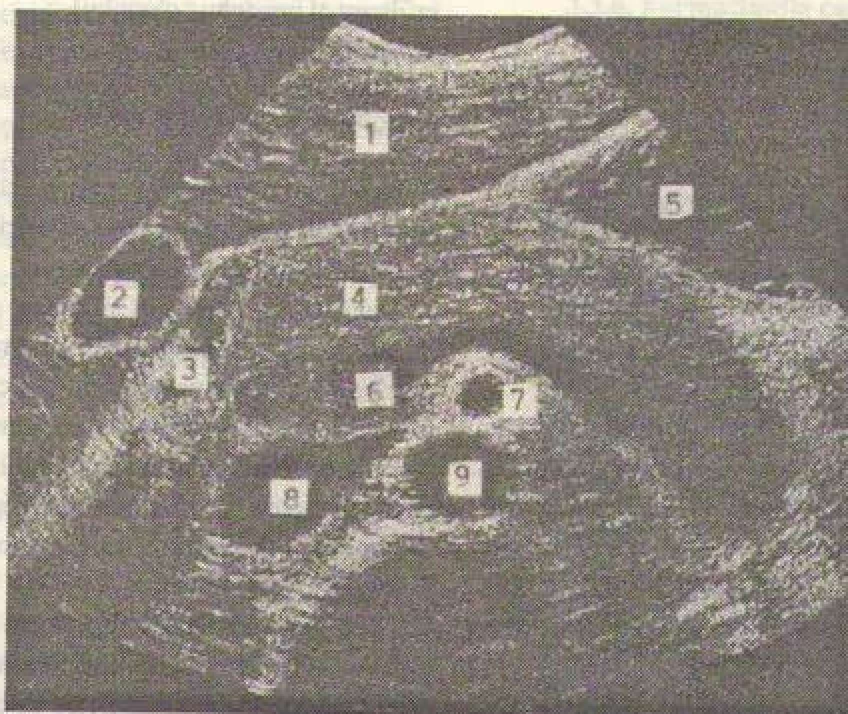


Fig.51. Secţiune echografică la nivelul etajului abdominal superior, în plan transversal. 1 – ficat; 2 – colecist; 3 – duoden; 4 – pancreas; 5 – stomac; 6 – vena mezenterică superioarăa; 7 – artera mezenterică superioară; 8 – vena cavă inferioară; 9 – aorta.



Fig.52. Secţiune longitudinală paramediană stîngă a abdomenului superior. P – parenchim splenic normal; săgeţile indică un hematom al polului inferior al splinei. R – corticala rinichiului stîng (organul în ansamblu are un aspect echografic normal).

In unele cazuri, plaja anormală este predominant lichidiană, adică lipsită de ecou şi prezentînd întărirea posterioară descrisă mai înainte; ea poate fi presărată cu zone mai mult sau mai puţin echogene.

Alteori însă, imaginea se apropie mai curînd de cea a ţesuturilor moi (parenchimelor).

3.3.2. Ţesuturile moi (parenchimele).

Această categorie cuprinde ţesuturi normale sau patologice, a căror structură este omogenă. In stare normală, este vorba de parenchime ale diverselor organe (ficat, splină, corticala renală etc.). In patologie, asemenea structuri se găsesc în ţesuturi parenchimatoase infiltrate inflamator sau tumoral, neoformaţii tisulare, adenopatii etc.

Semiologie. Echostructura traduce existenţa, la scară milimetrică, a numeroase zone de impedanţă acustică variabilă, mai mult sau mai puţin separate prin pereţi (lobuli, septuri, vase). Intensitatea şi repartiţia ecourilor traduc natura ţesutului analizat.

Parenchimele normale. In general, aparatele de echografie sînt astfel reglate, încît la o intensitate medie a semnalelor parenchimele apar în zona de gri-uri (fig.51 şi 52). Variaţia intensităţii, produsă de operator, poate modifica nuanţa de fond a plajei, apropiind-o de negru (asemănătoare lichidelor) în cazul în care intensitatea scade sau, dimpotrivă, de alb, dacă intensitatea creşte.

La aceeaşi intensitate, există unele diferenţe de echostructură între parenchimele diferitelor organe (pancreasul este mai echogen decît ficatul şi splina, la rîndul lor mai echogene decît corticala renală).



Fig.53. Imagine echoendoscopică a esofagului. Săgeţile indică un cancer parietal, care produce o imagine hipoechogenă neomogenă.

Ţesuturile patologice se pot traduce prin anomalii variate de echostructură.

Unele structuri tumorale sînt foarte echogene în raport cu parenchimele normale şi deci uşor de identificat. In alte cazuri, o echostructură tumorală este practic echivalentă celei a parenchimului înconjurător şi nu poate fi evidenţiată decît prin semne indirecte. In fine, alte ţesuturi patologice sînt slab echogene, greu de diferenţiat de lichidele impure; natura lor non-lichidiană este sugerată de absenţa întăririi posterioare, ca şi de atenuarea ecourilor în profunzime (fig.52, fig.53; vezi şi fig.48, în care este vizibil un cancer infiltrant al peretelui colonului).

3.3.3. Structurile solide

Reprezintă formaţiuni dense, cu impedanţă acustică ridicată (os, cartilagii, calculi, cicatrice); bariul în suspensie se comportă ca aceste structuri.

Semiologie. Zona din structura solidă orientată spre sondă produce reflexia foarte pronunţată, cvasitotală, a fasciculului, adică un ecou puternic, urmat de atenuarea lui evidentă în profunzime. Elementul solid nu este niciodată vizualizat în ansamblul lui: înapoia zonei intens echogene apare întotdeauna o zonă lipsită de ecou, un "con de umbră" caracteristic, care se propagă pe o întindere mare (fig.54).

Dacă structura solidă este foarte aproape de sondă, se produc "reverberaţii" multiple, creînd o imagine parazită uşor de recunoscut (fig.55). (De obicei, un asemenea artefact este produs de o coastă, de unde termenul de "efect coastă").

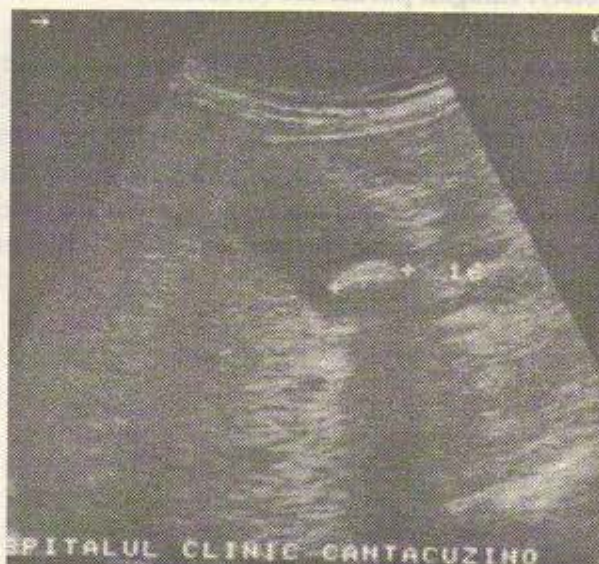


Fig.54. Secțiune transversală abdominală superioară. Calcul al veziculei biliare cu diametrul de 16 mm; se observă conul de umbră posterior produs de acesta.

3.3.4. Gazele

In condiții normale, gazele se găsesc în cantitate variabilă în tubul digestiv; în stări patologice, prezența gazelor poate fi evidențiată în ocluzii intestinale, pneumoperitoneu, colecții lichidiene conținînd pungi de aer.

Semiologie. Interfețele țesut moale-aer, total reflectante, formează ecouri corespunzătoare. Ca și în cazul structurilor solide, interfața apropiată de sondă este marcată de o zonă reflexogenă fină, înapoia căreia apare o regiune de umbră, în care fasciculul nu este transmis.

In unele circumstanțe, datorită vecinătății gazului și sondei, pot apărea imagini parazite de reverberație.

Identificarea unei colecții gazoase nu prezintă interes în sine; în echografia abominală gazele constituie un veritabil handicap tehnic.

3.3.5. Interfețele și pereții

In cazul în care o formațiune lichidiană nu are perete propriu care să o separe de un parenchim (de ex. un fals chist), zona lipsită de ecou va fi totuși limitată de o linie echogenă fină, ce marchează interfața dintre cele două structuri. Separarea nu este net vizibilă decît dacă fasciculul o abordează aproape perpendicular.

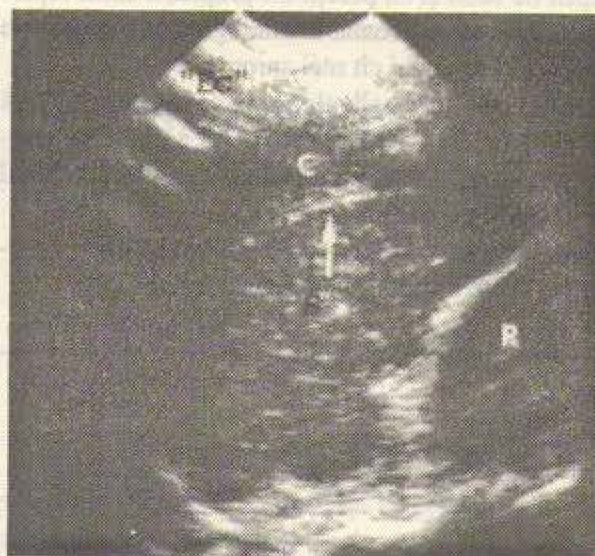


Fig.55. Secțiune longitudinală paramediană stîngă a abdomenului superior. "Ec" – efect de coastă; C – capsula splenică; S – splina; R – rinichiul sting.

Structurile ce prezintă pereți proprii (de ex. vezicula biliară, vasele mari) sînt limitate, de aceeași manieră, printr-o linie echogenă, vizibilă numai cînd fasciculul este apropiat de direcția perpendiculară pe perete (vezi fig.47, 50, 51 și 56).

3.3.6. Formațiunile canaliculare.

In organism există numeroase structuri canaliculare: vase, canale biliare, căi urinare etc.; acestea apar cu lu-



Fig.56. Echostructuri canaliculare (vene suprahepatice).

menul lipsit de ecou şi cu pereţii lor proprii, a căror reprezentare netă este condiţionată, în afara grosimii, de poziţia faţă de fascicul (un unghi cît mai apropiat de 90°).

Forma elementului canalicular pe o secţiune ultrasonoră depinde, evident, de orientarea în spaţiu a planului acesteia în raport cu axul canalului (transversal, longitudinal sau oblic) (fig.56; vezi şi fig.51).

Aşa cum am văzut, utilizarea unui modul Doppler permite analiza vitezei fluxului intracanalicular.

3.3.7. Imagini parazitare (artefacte).

Calitatea imaginii echografice poate fi deteriorată prin prezenţa de zone puternic echogene sau absorbante (os, calcificări, bariu, colecţii gazoase, cicatrice), fenomene de reverberaţie produse de structuri osoase sau gaze apropiate de sondă. Deplasarea manuală neregulată a sondei poate produce în imagine sectoare de întărire sau atenuare artificială a ecourilor.



Capitolul 4
BAZELE FIZICE ŞI TEHNICE ALE IMAGISTICII PRIN REZONANŢĂ MAGNETICĂ (IRM)

Metoda imagistică bazată pe fenomenul fizic al *rezonanţei magnetice nucleare** se înscrie printre procedurile de investigare relativ recent introduse în practica medicală. In esenţă, o imagine obţinută pe această cale traduce în semnale optice intensitatea semnalelor de radiofrecvenţă (RF) emise în anumite condiţii de nucleii atomici ce aparţin structurilor anatomice examinate.

In principiu, metoda exploatează proprietatea anumitor nuclei atomici, în mod particular a celor de hidrogen (respectiv protonilor) de a fi animaţi de o mişcare de rotaţie în jurul propriului ax, adică de a poseda un moment cinetic propriu, *spinul nuclear*. Aşa cum am mai arătat, rotaţia unei particule încărcate electric, cum este protonul, determină şi apariţia unui cîmp magnetic propriu, orientat în sens contrar cîmpului electric; aceasta transformă fiecare nucleu într-un veritabil dipol magnetic, un magnet microscopic (fig.57).

In condiţii obişnuite, orientarea micromagneţilor reprezentaţi de nucleii ce aparţin structurilor anatomice este întîmplătoare (fig.58,a); cîmpurile magnetice individuale se neutralizează reciproc, astfel că manifestările lor nu sînt decelabile.

4.1. Treptele obţinerii imaginii prin rezonanţă magnetică (IRM)

Obţinerea imaginii prin utilizarea fenomenenului de rezonanţă magnetică este un proces deosebit de complex, care cuprinde cîteva momente sau trepte distincte.

a. "Specimenul" examinat, adică corpul uman, este supus unui cîmp magnetic exterior foarte puternic, care rămîne constant în tot intervalul investigaţiei şi care produce "alinierea" în aceeaşi direcţie a dipolilor magnetici nucleari (fig.58,b).

b. Specimenului i se aplică apoi un cîmp magnetic oscilant din zona de radiofrecvenţă a spectrului electromagnetic, adică a unei unde de radiofrecvenţă (RF), ceea ce determină *rezonanţa nucleilor*.

Rezonanţa este fenomenul de oscilaţie a unui sistem fizic, determinat de energia primită din exterior, de la un alt sistem, cu care se află în legătură directă sau prin intermediul undelor şi care oscilează cu o frecvenţă egală (sau apropiată) cu una din frecvenţele cu care primul sistem este capabil să oscileze (fig.58,c).

Cu cît frecvenţa celui de al doilea sistem (furnizor de energie) este mai apropiată de frecvenţa posibilă a primului, amplitudinea oscilaţiei acestuia devine mai mare.

c. Radiaţia electromagnetică (unda de RF) este apoi suprimată; nucleii continuă însă să oscileze, emiţînd ei înşişi (ca particule cu sarcină electrică) o undă de RF, care poate fi detectată ca *semnal rezonant magnetic al nucleilor* (fig.58,d).

Recepţia semnalului este posibilă prin faptul că unda respectivă induce un curent electric într-o bobină construită în acest scop.

d. Acest semnal este transmis unui computer, care îl transformă, prin prelucrare digitală, în semnale optice elementare (pixeli). Pe calea unei matrice, suma acestor semnale, transcrise într-o anumită ordine, compune imaginea sintetică finală.

e. Valoarea sau intensitatea pixelului (adică treapta de gri atribuită pe scara de nuanţe între alb şi negru) este proporţională cu intensitatea semnalului ce provine din nucleii rezonanţi aparţinînd unui volum bine determinat, *voxelul*.

In afara numărului de nuclei din această categorie (de fapt, aşa cum vom vedea, în afara densităţii protonilor în

* *Denumirea atribuită în prezent, pe plan mondial acestei metode de investigare este de "Imagistică prin Rezonanţă Magnetică" (IRM).*

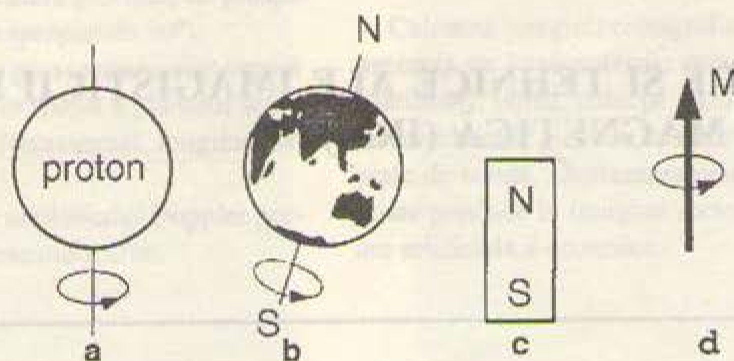


Fig.57. Mişcarea de "spin" a protonului (a) determină, de o manieră comparabilă cu cazul magnetismului terestru (b), transformarea lui într-un micro-dipol magnetic (c). In (d), orientarea cîmpului magnetic corespunzător.

voxelul respectiv), această valoare mai depinde de doi determinanţi temporali, etichetaţi T_1 şi T_2, a căror semnificaţie va fi prezentată în continuare.

Din această foarte schematică prezentare a metodei, rezultă unele diferenţe fundamentale faţă de procedurile imagistice descrise anterior:

1. Dacă în acestea structurile examinate interacţionează cu un factor fizic exterior (radiaţia X, ultrasunetele), atenuîndu-l sau reflectîndu-l, în IRM structurile respective sînt "stimulate" pentru a produce ele însile semnale utlizabile în producerea unei imagini.

2. Formarea imaginii implică participarea nucleilor atomici din mediul investigat şi nu a straturilor electronice ale atomilor (ca în cazul tehnicilor de radiodiagnostic). Ca şi ultrasonoarafia, IRM recurge la un factor fizic neionizant, deci lipsit de nocivitate, înscriindu-se în categoria metodelor de explorare "neinvazive".

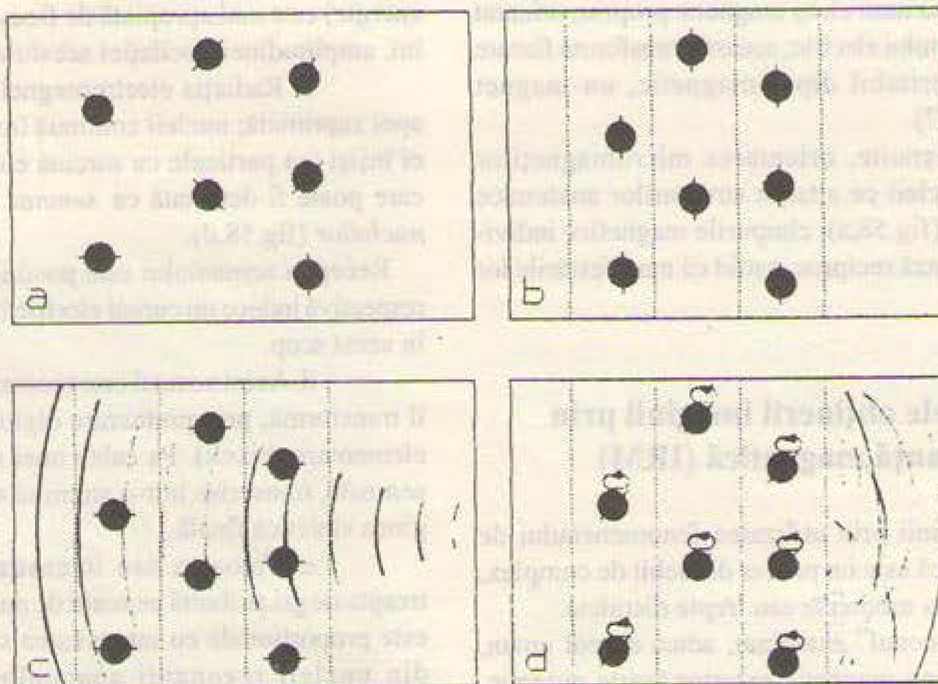


Fig.58. Treptele genezei semnalului RMN. a. In mediul examinat, nucleii de hidrogen (protonii) au o orientare întîmplătoare. b. Aplicarea unui cîmp magnetic exterior foarte puternic produce "alinierea" lor în direcţia acestuia. c. Un impuls scurt RF determină intrarea în rezonanţă a nucleilor. d. După suprimarea impulsului, nucleii îşi continuă oscilaţia, emiţînd o undă de radiofrecvenţă decelabilă.

4.1.1. Nucleii

La formarea imaginii RM nu participă *toți* nucleii atomici ai mediului examinat; pentru a-și aduce contribuția la aceasta, este necesar ca nucleii să posede *proprietatea de spin* (mișcarea de rotație în jurul propriei axe) și ca ei să cuprindă un *număr impar de protoni și neutroni*, ceea ce le permite să intre în rezonanță în urma "excitării" prin unda RF. Numai asemenea nuclei se comportă fizic ca dipoli magnetici și devin surse de semnale.

Este denumită "sensibilitate RM a unui nucleu" mărimea semnalului care se obține de la un număr de nuclei din speța respectivă, la aceeași intensitate a cîmpului magnetic, în raport cu semnalul obținut de la același număr de nuclei de hidrogen.

Sensibilitatea relativă a cîtorva nuclei din structurile corpului uman este următoarea:

^{1}H – 1
^{31}P – 6,6 x 10^{-2}
^{23}Na – 9,3 x 10^{-2}
^{40}Ca – 1,6 x 10^{-2}
^{19}F – 8,3 x 10^{-1}

După cum se poate observa, sensibilitatea nucleilor de H, în speță a protonilor, este de cîteva ori mai mare decît a celorlalți. Ținînd seama și de numărul absolut, covîrșitor mai mare, al acestor nuclei în structurile anatomice, devine absolut evident că imaginea RM este produsă în esență de nucleii hidrogenului, de unde și denumirea de "IRM proton" care este atribuită acestei tehnici.

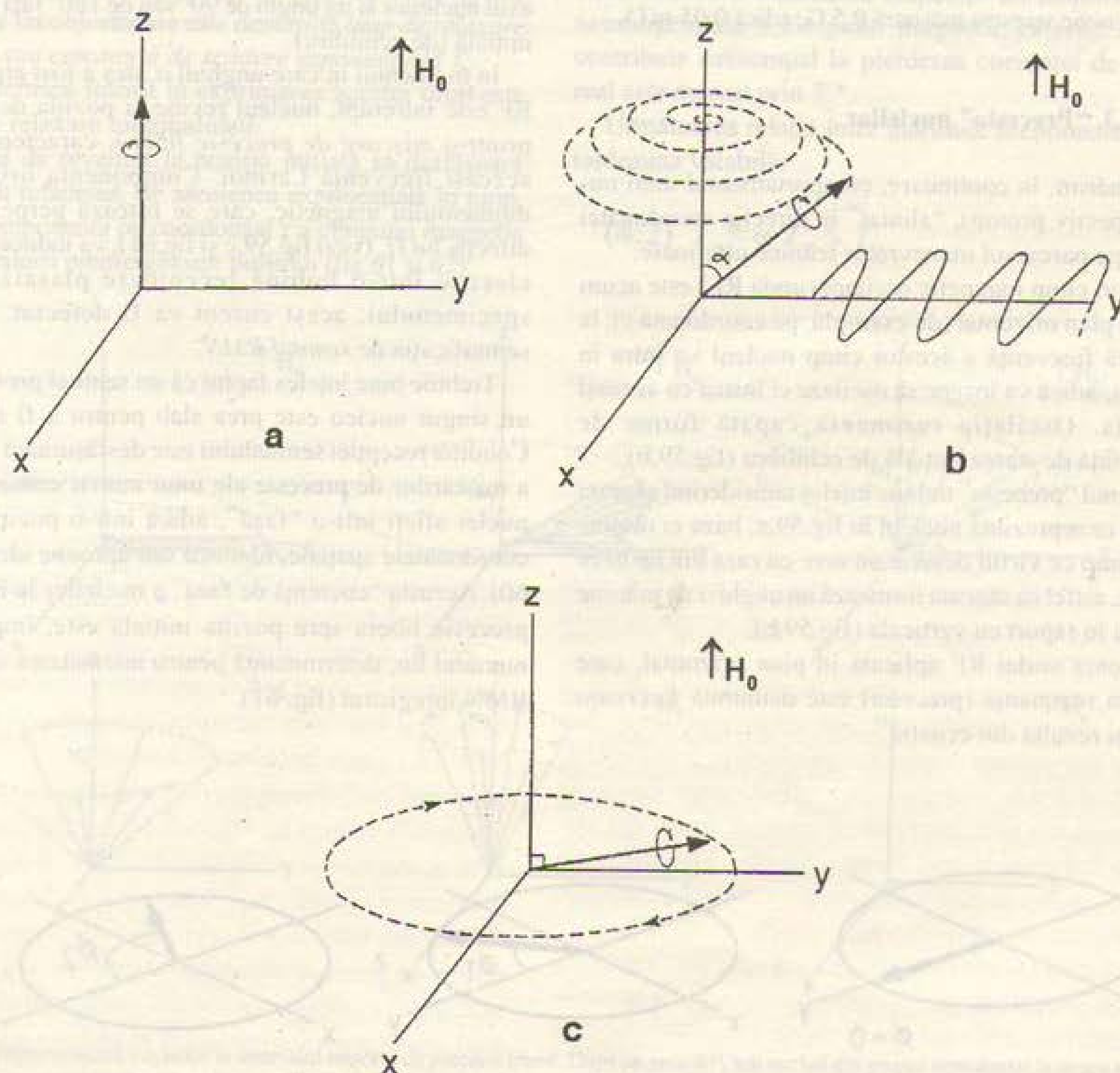


Fig.59. (a): După aplicarea cîmpului magnetic exterior H_0, nucleul se găsește inițial într-o poziție de echilibru, orientat în direcția *z*. (b): Un "puls" de RF aplicat în direcția *Y* determină mișcarea de precesie, prin care axul lui ajunge într-o poziție care formează un unghi α față de poziția inițială. (c): Dacă pulsul este suficient de intens, unghiul capătă mărimea de 90° față de coordonata *z*. (Cu aceeași condiție, el poate ajunge la valoarea de 180°).

4.1.2. Cîmpul magnetic

"Alinierea" nucleilor este determinată, cum am văzut, de un cîmp magnetic exterior, care este de regulă notat cu H_0.

Intrucît descrierea unui cîmp magnetic implică folosirea a trei coordonate spaţiale, se consideră de obicei, în mod arbitrar, că H_0 se aplică în direcţia coordonatei z (axa verticală) (fig.59,a); în consecinţă, rezultă că toţi nucleii se orientează paralel la direcţia z.

Unităţile de măsură a mărimii cîmpului magnetic sînt reprezentate de Gauss (G) şi Tesla (T); 1 Tesla = 10.000 Gauss.

In instlaţiile IRM folosite în scopuri medicale, magneţii au mărimi de 0,2 – 5 T.

(Este, poate, interesant de reamintit că intensitatea cîmpului magnetic terestru măsoară 0,5 G, adică 0,05 mT).

4.1.3. "Precesia" nucleilor

Să urmărim, în continuare, comportamentul unui nucleu (respectiv proton), "aliniat" în direcţia coordonatei spaţiale, pe parcursul manevrelor tehnice ulterioare.

Dacă un cîmp magnetic oscilant (undă RF) este acum aplicat în plan orizontal (de exemplu, pe coordonata y), la o anumită frecvenţă a acestui cîmp nucleul va intra în rezonanţă, adică va începe să oscileze el însuşi cu aceeaşi frecvenţă. Oscilaţia rezonantă capătă forma de *precesie* faţă de starea iniţială de echilibru (fig.59,b).

Termenul "precesie" trebuie înţeles considerînd săgeata verticală ce reprezintă nucleul în fig.59,a: baza ei rămîne fixă, în timp ce vîrful descrie un cerc cu raza din ce în ce mai mare, astfel că săgeata formează un unghi α de mărime crescîndă în raport cu verticala (fig.59,b).

Frecvenţa undei RF aplicată în plan orizontal, care determină rezonanţa (precesia) este denumită *frecvenţa Larmor* şi rezultă din ecuaţia:

$$(4.1) \quad \omega = \gamma H_0$$

unde ω este frecvenţa Larmor, γ constanta giromagnetică caracteristică pentru o anumită specie de nuclei, iar H_0 valoarea cîmplui magnetic extern.

Frecvenţa Larmor este de ordinul megahertz-ilor (MHz).

Se înţelege că frecvenţa mişcării de precesie a nucleului este şi ea aceeaşi frecvenţă Larmor. Cum durata aplicării cîmpului electromagnetic oscilant este extrem de scurtă, această alicare este denumită şi *puls RF*. Amplitudinea şi durata pulsului vor determina mărimea unghiului de precesie (fig.59,b), proporţională cu mărimea lor. Pulsul ca atare este definit de valorea pe care o impune acestui unghi.

In practica IRM, pulsul este astfel "calibrat" încît aduce axul nucleilor la un unghi de 90° sau de 180° faţă de poziţia iniţială (de echilibru).

In momentul în care unghiul α ales a fost atins, pulsul RF este întrerupt; nucleul revine la poziţia de echilibru printr-o *mişcare de precesie liberă*, caracterizată prin aceeaşi frecvenţă Larmor. Componenta orizontală a momentului magnetic, care se rotează perpendicur pe direcţia lui H_0 (vezi fig.59,c şi fig.61), va induce un curent electric într-o bobină receptoare plasată în jurul specimenului; acest curent va fi detectat, căpătînd semnificaţia de *semnal RMN*.

Trebuie bine înţeles faptul că un semnal provenit de la un singur nucleu este prea slab pentru a fi detectabil. Condiţia recepţiei semnalului este desfăşurarea *simultană* a mişcărilor de precesie ale unui număr considerabil de nuclei aflaţi într-o "fază", adică într-o poziţie faţă de coordonatele spaţiale, identică sau aproape identică (fig. 60). Această "coerenţă de fază" a nucleilor în mişcare de precesie liberă spre poziţia iniţială este, împreună cu numărul lor, determinantă pentru intensitatea semnalului RMN înregistrat (fig. 61).

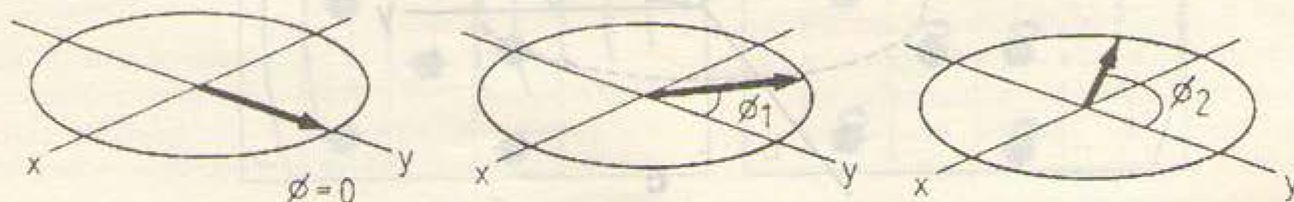


Fig.60. Poziţia unui nucleu la diferite intervale de timp după un puls 90°. Nucleul se rotează în planul xy; "unghiul de fază" ϕ este unghiul dintre nucleu şi una din axele orizontale

4.1.4. Timpii fizici de relaxare (T_1 şi T_2)

Durata oscilaţiei libere a nucleilor, după suspendarea pulsului RF exterior, adică durata semnalului RMN, este impusă de două procese fizice, care acţionează în sens limitativ:

a. Revenirea nucleilor oscilanţi la poziţia lor iniţială; aceasta se însoţeşte de scăderea exponenţială în timp a amplitudinii semnalului şi are ca substrat transferul de energie de la nucleii în precesie către moleculele mari ale vecinătăţii, care nu sînt antrenate în rezonanţă.

Aceste molecule formează în jurul nucleilor rezonanţi o veritabilă "reţea", căreia îi este cedată energia dobîndită de nucleii respectivi prin pulsul RF.

Durata semnalului restrînsă prin interacţia nucleilor rezonanţi (posesori de spin) cu reţeaua structurilor moleculare înconjurătoare este denumită *timp de relaxare spin-reţea* sau *constantă de scădere exponenţială* T_1.

Un alt termen folosit în exprimarea acestui timp este "timpul de relaxare longitudinală".

Procesul de revenire la poziţia iniţială se desfăşoară simultan cu refacerea, de asemenea exponenţială în timp, de către componenta pe coordonata *z* a cîmpului magnetic nuclear a valorii premergătoare pulsului (fig.61 şi 62).

b. Pierderea coerenţei de fază a nucleilor în precesie; aceasta este de asemenea exponenţială în timp, se datorează interacţiei dintre nucleii respectivi (dar în foarte mare măsură şi variaţiilor cîmpului magnetic extern H_0) şi conduce la scăderea pînă la dispariţie a semnalului RMN, înainte ca nucleii să ajungă în poziţia lor iniţială (fig.61 şi 62).

Constanta temporală exponenţială care descrie acest proces este denumită *timp de relaxare spin-spin* sau T_2 (o expresie sinonimă este şi aceea de "timp de relaxare transversală").

In afara coeficienţilor temporali T_1 şi T_2, a căror semnificaţie teoretică a fost expusă, mai trebuie luat în considerare un T_2 real, determinat prin măsurare directă. Acesta este întotdeauna mai scurt, reliefînd imperfecţiunea tehnică a instalaţiei, respectiv un anumit grad de neomogenitate a cîmpului magnetic exterior H_0, care contribuie substanţial la pierderea coerenţei de fază. T_2 real este marcat prin T_2*.

Următoarea relaţie între mărimile menţionate este întotdeauna valabilă:

$$(4.2)\quad T_2^* \ll T_2 \leq T_1$$

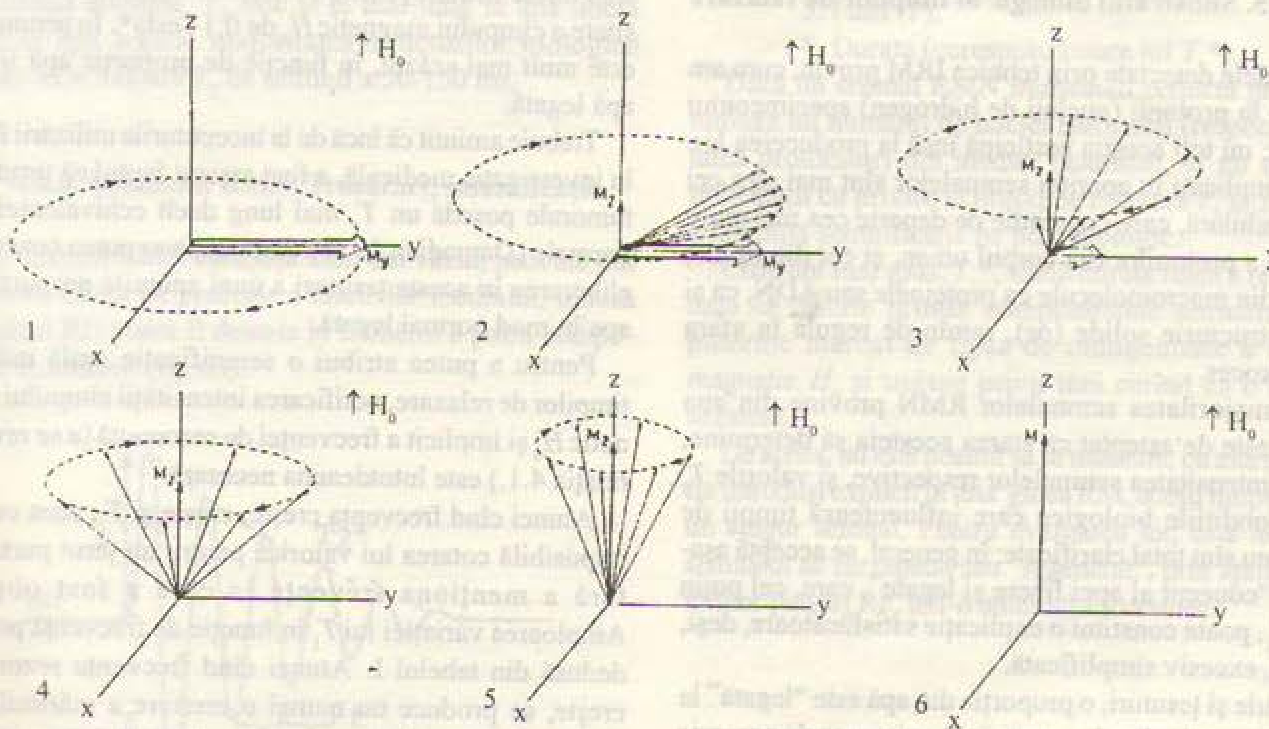


Fig.61. Comportamentul nucleilor în intervalul mişcării de precesie liberă. După un puls 90°, toţi nucleii din grupul reprezentat în desen au aceeaşi poziţie faţă de coordonatele spaţiale, adică sînt în aceeaşi fază. Rezultă că în planul orizontal apare un moment magnetic ridicat (MY), care, rotindu-se, produce semnalul RMN detectabil (1). Odată cu începutul precesiei libere spre starea de echilibru, ei pierd gradual coerenţa de fază iar componenta orizontală a momentului magnetic începe să scadă (2). Această componentă se reduce în continuare în timp, pînă ce toţi nucleii sînt complet defazaţi, ceea ce determină dispariţia ei (3,4), simultană cu a semnalului. Nucleii îşi continuă precesia liberă (5) pînă la atingerea poziţiei de echilibru (6).

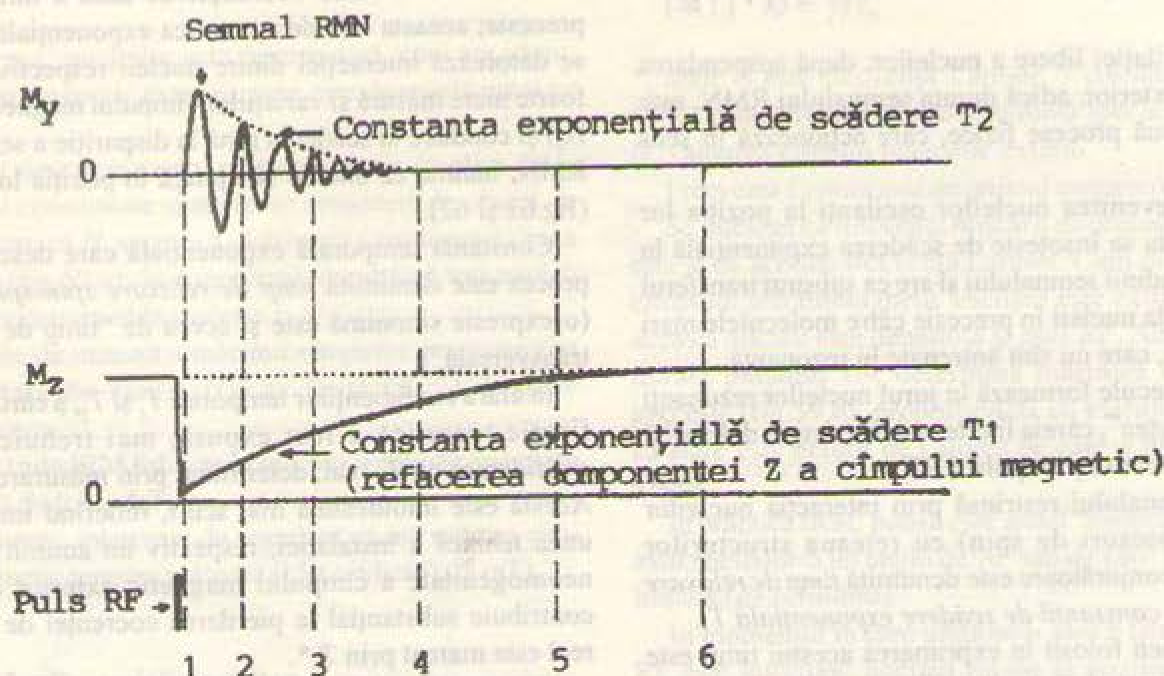


Fig.62. Relația dintre poziția nucleilor din fig.61 și semnalul RMN, T1 și T_2. Numerele 1 – 6 din partea de jos a figurii se referă la timpul corespunzător celor 6 diagrame din fig.61. Se poate observa că reducerea semnalului prin defazarea nucleilor (T_2) este mult mai rapidă decît revenirea la poziția de echilibru (T_1), marcată aici prin refacerea componentei inițiale z a cîmpului magnetic al nucleilor.

4.1.5. Substratul biologic al timpilor de relaxare

Semnalele detectate prin tehnica IRM provin, cum am văzut, de la protonii (nucleii de hidrogen) specimenului examinat; nu toți aceștia participă însă la producerea lor. Nucleii implicați în apariția semnalelor sînt mai ales cei din apa celulară, care constituie de departe cea mai mare proporție a protonilor din corpul uman, și cei din lipide; protonii din macromolecule ca proteinele sau ADN, ca și cei din structurie solide (os), ramîn de regulă în afara acestui proces.

Cum majoritatea semnalelor RMN provine din apa tisulară, este de așteptat ca starea acesteia să determine, pe lîngă intensitatea semnalelor respective, și valorile T_1 și T_2. Condițiile biologice care influențează timpii de relaxare nu sînt total clarificate; în general, se acceptă așa-numitul "concept al apei libere și legate", care, cel puțin pentru T_1, poate constitui o explicație satisfăcătoare, deși, probabil, excesiv simplificată.

In celule și țesuturi, o proporție din apă este "legată" la suprafața proteinelor; în consecință, mișcarea de precesie a nucleilor de hidrogen va fi rapid încetinită datorită vecinătății moleculelor mari, ceea ce va avea ca rezultat un T_1 scurt. O altă proporție, nelegată de proteine, se consideră a fi "liberă" și, ca urmare, va produce un T_1 mai lung. Pentru exemplificare, T_1 al apei pure (echivalent al apei libere tisulare) este de ordinul a 3 secunde la o intensitate a cîmpului magnetic H_0 de 0,1 Tesla*. In țesuturi, T_1 este mult mai scăzut, în funcție de proporția apă liberă/apă legată.

Trebuie amintit că încă de la începuturile utilizării RMN în investigația medicală, a fost sesizat faptul că țesuturile tumorale posedă un T_1 mai lung decît echivalentele lor normale (Damadian,1971). Explicația ar putea consta din eliberarea în aceste țesuturi a unei anumite proporții din apa în mod normal legată.

Pentru a putea atribui o semnificație reală mărimii timpilor de relaxare, notificarea intensității cîmpului magnetic H_0 și implicit a frecvenței de rezonanță (a se revedea relația 4.1.) este întotdeauna necesară.

Atunci cînd frecvența crește, crește și T_1, ceea ce face imposibilă cotarea lui valorică pentru un țesut particular fără a menționa frevența la care a fost obținut. Amploarea variației lui T_1 în funcție de frecvență poate fi dedusă din tabelul I. Atunci cînd frecvența rezonanței crește, se produce nu numai o creștere a mărimilor T_1 tisulare, ci și o reducere treptată a diferenței dintre ele, cu tendința de apropiere de valoarea proprie apei pure.

* *Această precizare devine necesară în lumina celor cuprinse în paragraful următor.*

	Intensitatea cîmpului magnetic (T)			
	0,04	0,08	0,15	1,5
Ficat	140-170	172-208	210-270	
Splină	250-290	371-439	440-580	
Substanță cenușie (creier)	250-275	392-438	340-610	871
Substanță albă	225-250	265-292	220-350	515
Lichid cefalo-rahidian	350-1000		900-2000	1900
Grăsime	120-140	131-147		

Tab.I. Valori ale T_1 (în ms) pentru cîteva țesuturi umane măsurate *in vivo*, la diferite intensități ale cîmpului magnetic H_0 (exprimate în Tesla).

Comparativ cu variația largă a lui T_1 în funcție de frecvență se observă una mult mai redusă a lui T_2 produsă de variația acesteia. T_2 este și el mai lung în apa liberă decît în apa legată; majoritatea structurilor biologice umane au o valoare T_2 de ordinul a 50-150 ms.

4.1.6. Semnalul RMN. Trăsături, semnificație.

Un semnal RMN care, așa cum am văzut, provine din mișcarea liberă de precesie a nucleilor mediului, indusă de pulsul RF, poate fi descris în termenii a patru componente definitorii (fig.63):

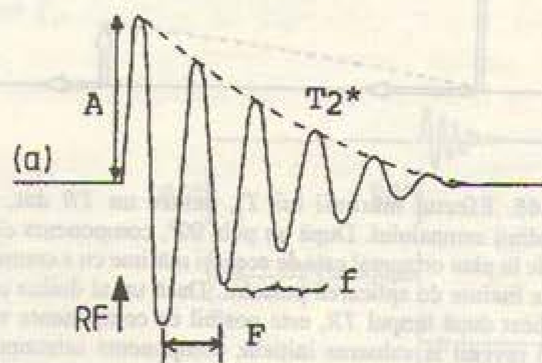


Fig. 63. Componentele semnalului RNN.

1. Amplitudinea (A);
2. Frecvența (f);
3. Faza (F);
4. Durata (corespunzătoare lui T_2*).

Dacă un semnal RMN *individual* reflectă prin amplitudinea lui numărul de nuclei rezonanți (respectiv densitatea protonilor) din mediul examinat, el nu oferă însă informații cu privire la timpii de relaxare T_1 și T_2, care au o anumită semnificație pe plan biologic.

Cum am mai spus, T_2*, adică durata reală a rezonanței, care se înscrie printre componentele semnalului, este puternic marcat de lipsa de omogenitate a cîmpului magnetic H_0 și trebuie privit mai curînd ca o măsură a acesteia.

De aceea, nu este posibil să se măsoare, cu alte cuvinte să fie introduși explicit în ima ginea RM, acești timpi, folosind un singur semnal. Pentru evaluarea lor, este necesar ca semnalul să fie repetat sau "regenerat", prin aplicarea mai multor pulsuri RF, într-o anumită succesiune.

4.2. Secvențele pulsului de RF

Scopul repetării sau regenerării pulsului de RF într-o anumită ordine este acela de a crea posibilitatea ca amplitudinea semnalului RMN să cuprindă informații nu

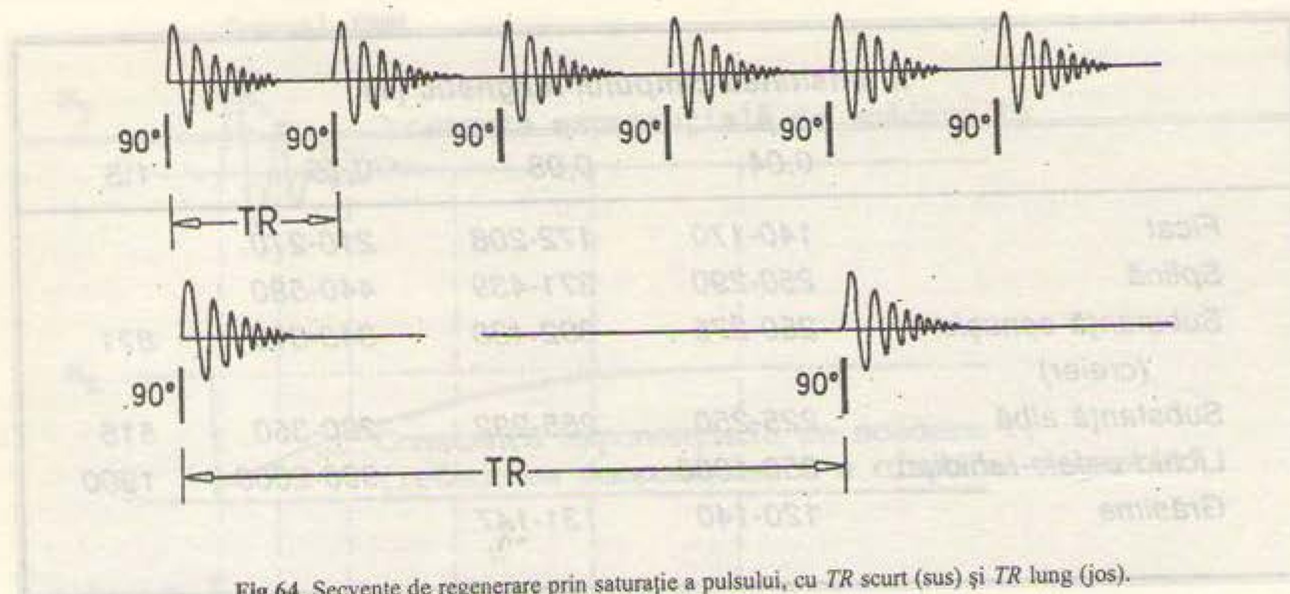


Fig.64. Secvenţe de regenerare prin saturaţie a pulsului, cu *TR* scurt (sus) şi *TR* lung (jos).

numai despre densitatea protonilor în mediul examinat, ci şi despre mărimea timpilor de relaxare T_1 şi T_2.

Amplitudinea semnalului provenit dintr-o anumită regiune a specimenului va fi tradusă într-o intensitate proporţională de luminozitate a pixelului respectiv în sistemul de afişaj al imaginii. Rezultă că diferenţa de amplitudine a semnalelor creează contrastul dintre diferitele puncte ale acesteia.

4.2.1. Regenerarea "prin saturaţie"

Este cea mai simplă secvenţă de puls şi constă din aplicarea repetată de pulsuri RF de 90°, semnalul RMN fiind măsurat după fiecare puls; timpul care separă două pulsuri succesive este denumit *timp de repetare* (*TR*) (fig.64).

Dacă *TR* este relativ lung (de exemplu de 3-4 ori T_1 al specimenului), nucleii rezonanţi au suficient timp ca să se întoarcă la starea de echilibru înainte de pulsul următor. Amplitudinea semnalului RMN după fiecare puls va conţine, ca şi în cazul unui semnal individual, numai informaţii despre densitatea protonilor.

Atunci cînd *TR* este mult mai scurt, nucleii nu au posibilitatea de a reveni la starea iniţială înainte de repetarea pulsului iar semnalul emis de ei va fi mai slab; aceasta traduce faptul că amplitudinea semnalului depinde de componenta verticală *z* a magnetizării iniţiale, care în situaţia descrisă este mai mică (fig.65).

Pentru oricare *TR*, amplitudinea semnalelor RMN este influenţată de măsura în care nucleii rămîn în urmă faţă de revenirea la echilibru, deci de raportul între *TR* şi T_1. Apare astfel o informaţie cu privire la T_1 din specimen, cu condiţia ca *TR* să fie scurt în comparaţie cu acesta.

Amplitudinea semnalului în secvenţa de saturaţie devine o funcţie a densităţii protonilor, *TR* şi T_1. Singura variabilă în acest context este *TR*, care poate fi astfel modificat, încît să conţină mai multă sau mai puţină informaţie despre T_1.

Este evident că T_1 va fi cu atît mai bine reflectat de semnal, cu cît *TR* este mai scurt.

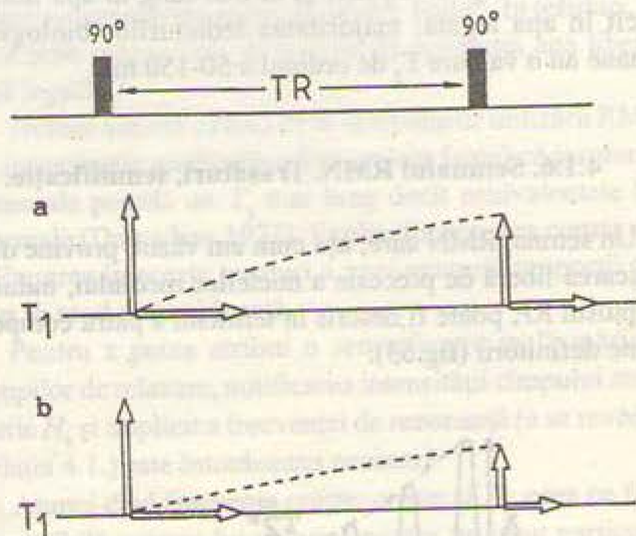


Fig.65. Efectul mărimii lui T_1, pentru un *TR* dat, asupra amplitudinii semnalului. După un puls 90°, componenta cîmpului magnetic în plan orizontal este de aceeaşi mărime cu a componentei verticale înainte de aplicarea pulsului. Dacă un al doilea puls 90° este aplicat după timpul *TR*, este posibil ca componenta verticală să nu fi revenit la valoarea iniţială; componenta orizontală va fi redusă în mod corespunzător, rezultatul fiind un semnal RMN de amplitudine mai redusă. Pentru un *TR* de aceeaşi mărime, efectul de reducere a semnalului va fi mai pronunţat în cazul unui T_1 lung (b), decît în cel al unui T_1 scurt (a).

4.2.2. Regenerarea "prin inversare"

Spre deosebire de secvența precedentă, în această formă de regenerare se aplică două pulsuri RF diferite înainte ca semnalul RMN să fie recepționat; perechea de pulsuri este repetată la fiecare interval *TR*.

Principiul regenerării prin inversare este similar celui de saturație: nici în cazul lui nucleii nu au timpul necesar întoarcerii la echilibru înainte de repetarea pulsului. Diferența constă în faptul că primul puls aplicat aduce nucleii la un unghi de 180° (fig.66).

După un puls de 180°, componenta verticală *z* a cîmpului magnetic are inițial o valoare negativă mare (nu 0 ca în cazul pulsului 90°) (fig.67). In urma aplicării lui, apare un interval de timp relativ lung, în care nucleii se întorc la poziția inițială și în care valoarea negativă scade, trece prin 0, devine pozitivă și apoi crește gradual. Aplicarea celui de al doilea puls, de 90°, în timpul acestui interval de întoarcere, produce, ca și în cazul regenerării prin saturație, un semnal RMN a cărui amplitudine conține informații despre T_1, dar expresivitatea acestuia în semnal este mult accentuată.

Intervalul dintre pulsul 180° și cel de 90° este denumit *timp de inversare* (*TI*). Amplitudinea semnalului RMN va fi, în această secvență, o funcție a *densității protonilor*, T_1, *TR și TI*. Deși ambele variabile *TR* și *TI* influențează, cum am văzut, contribuția lui T_1 la semnalul final, de regulă numai variabila *TI* este modificată în acest scop. Contrastul T_1 este mult mai net pe imaginea afișată decît în cazul regenerării prin saturație.

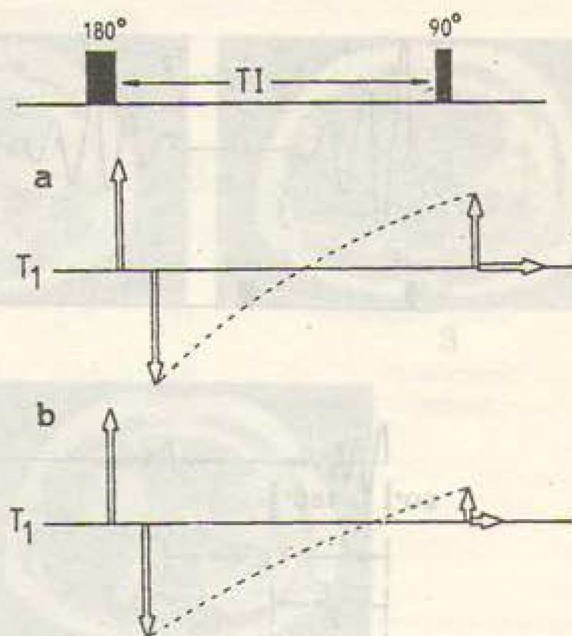


Fig.67. Efectul mărimii lui T_1 asupra amplitudinii semnalului în secvența de regenerare prin inversarea pulsului. După un puls de 180°, nucleii sînt "inversați". Componenta verticală a cîmpului magnetic devine negativă, scăzînd treptat în timp (liniile întrerupte). Nucleii cu T_1 scurt (a) se întorc la echilibru mai repede decît cei cu T_1 lung (b), astfel că, după aplicarea pulsului 90°, semnalul obținut va fi mai amplu în primul caz decît în al doilea. Dacă *TI* ar avea jumătate din lungimea din figură, atunci lungimea semnalului pentru nucleii cu T_1 scurt ar fi aproximativ 0, în timp ce pentru cei cu T_1 lung ar fi mai mare (deși negativă), producînd un semnal corespunzător.

Așa cum am mai spus, pierderea coerenței de fază, care produce scăderea amplitudinii semnalului RMN, se datorează atît relaxării spin-spin, cît și variației de intensitate a cîmpului magnetic extern H_0 (de unde rezultă faptul menționat, că T_2 real, adică T_2*, este întotdeauna diferit de T_2).

Secvența "ecou de spin" exploatează faptul că variația lui H_0 se produce constant în timp, deci poate deveni reversibilă, cu alte cuvinte se poate "șterge" din semnal.

4.2.3. "Ecoul de spin"

Este secvența în care poate fi reliefată participarea la semnalul RMN atît a lui T_1, cît și a lui T_2; în principal este folosită însă pentru obținerea de informații despre T_2.

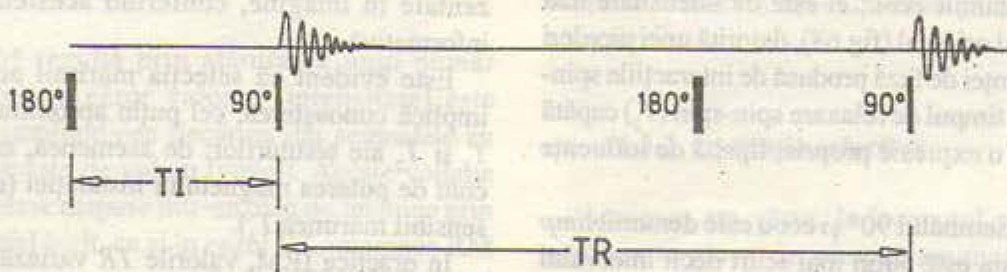


Fig.66. Secvență de regenerare prin inversare a pulsului, cu un interval *TI* între pulsul inițial de 180° și cel următor de 90°. *TR* este timpul de repetare a acestei perechi de pulsuri.

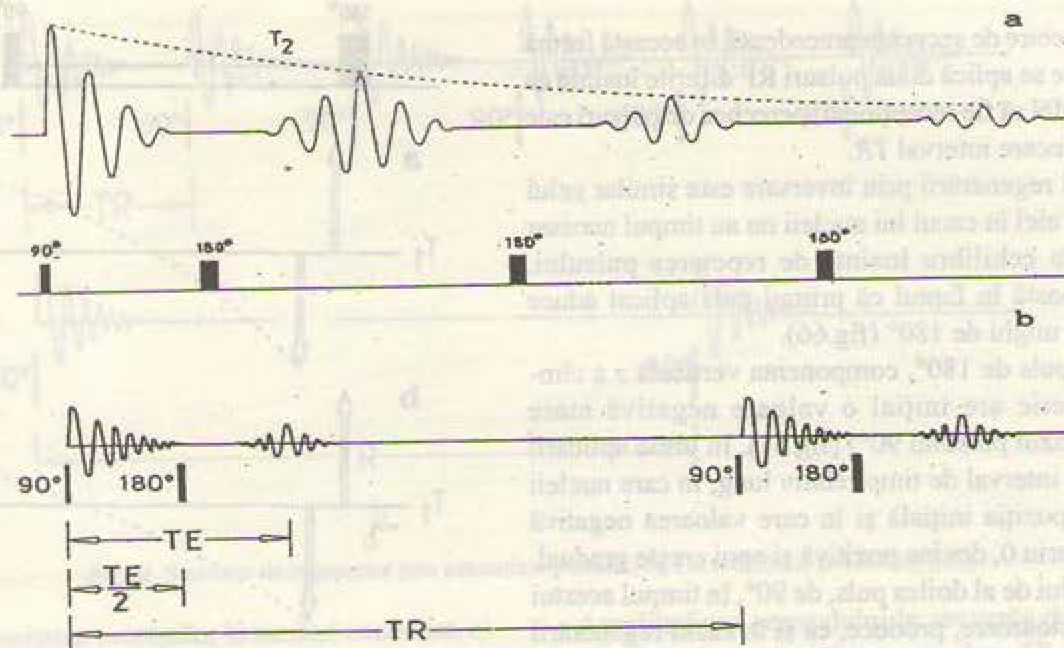


Fig.68. Secvenţă de puls ecou de spin multiplu. a. Ecourile RMN apar la intervalele *TE*, 2 x *TE* şi 3 x *TE*, după aplicarea pulsurilor 180° la intervalele *TE*/2, 3/2 x *TE*, 5/2 x *TE*. "Invelitoarea" valorilor maxime ale amplitudinii ecourilor este curba de relaxare T_2. b. Secvenţă de puls ecou de spin cu parametri ei: timp de ecou (*TE*) şi timp de repetare (*TR*). Intervalul dintre pulsul 90° şi pulsul de "refazare" de 180° este *TE*/2.

După aplicarea unui puls 90°, nucleii, care la început precesează sincron, îşi pierd treptat coerenţa de fază . Dacă la un interval scurt se aplică un puls 180°, ei vor fi inversaţi în spaţiu, astfel încît poziţiile faţă de punctul de pornire, ca şi sensul mişcării de precesie se vor inversa. In acest mod, coerenţa de fază se va restabili gradual şi va apare un semnal RMN de amplitudine mare (fig.68).

Pentru înţelegerea acestui proces, trebuie imaginată o cursă de alergare în care, după un anumit timp de la pornire, participanţii se găsesc la distanţe diferite faţă de linia de start, datorită vitezei lor diferite. Presupunînd că în acel moment se dictează inversarea sensului cursei, pare firesc ca, păstrîndu-se vitezele individuale, să se ajungă la realinierea pe linia de plecare.

Acest semnal, care apare cu întîrziere faţă de primul puls (90°), este denumit *ecou*; el este de intensitate mai mică decît semnalul original (fig.68), datorită unei pierderi ireversibile a coerenţei de fază produsă de interacţiile spin-spin. In acest mod, timpul de relaxare spin-spin (T_2) capătă în semnalul RMN o expresie proprie, lipsită de influenţe exterioare.

Intervalul între semnalul 90° şi ecou este denumit *timp de ecou* (*TE*); acesta este puţin mai scurt decît intervalul *TI* în secvenţa de regenerare prin inversare (fig.66).

Prin repetarea secvenţei "ecou de spin" la intervale *TR* apropriate (fig.68,b) se obţin semnale RMN care reflectă, prin amplitudinea lor, densitatea protonilor, T_1, T_2, *TR* şi *TE*.

Aşa cum am văzut, alegerea unui *TR* adecvat asigură participarea la semnal a lui T_1 (pag.54).

4.2.4. Efectul variabilelor *TR*, *TE* şi *TI* asupra semnalului RMN

Din cele expuse mai înainte rezultă că alegerea corectă a acestor variabile, în cadrul diferitelor secvenţe de puls, are ca scop reliefarea cît mai pregnantă a trăsăturilor inerente mediului examinat, respectiv densitatea protonilor, T_1 şi T_2. Diferenţele de manifestare a acestor trăsături creează *contrastul* diferitelor structuri reprezentate în imagine, conferind acesteia capacitatea ei informativă.

Este evident că selecţia mărimii acestor parametri implică cunoaşterea, cel puţin aproximativă, a valorilor T_1 şi T_2 ale ţesuturilor; de asemenea, ea trebuie să ţină cont de puterea magnetului instalaţiei (care influenţează sensibil mărimea T_1).

In practica IRM, valorile *TR* variază de la 200 ms la 300 ms (majoritatea instalaţiilor operează cu mărimi între 1000-2000 ms); valorile *TI* obişnuite sînt cuprinse între 200 şi 1200 ms, iar cele *TE* între 20 şi 100 ms.

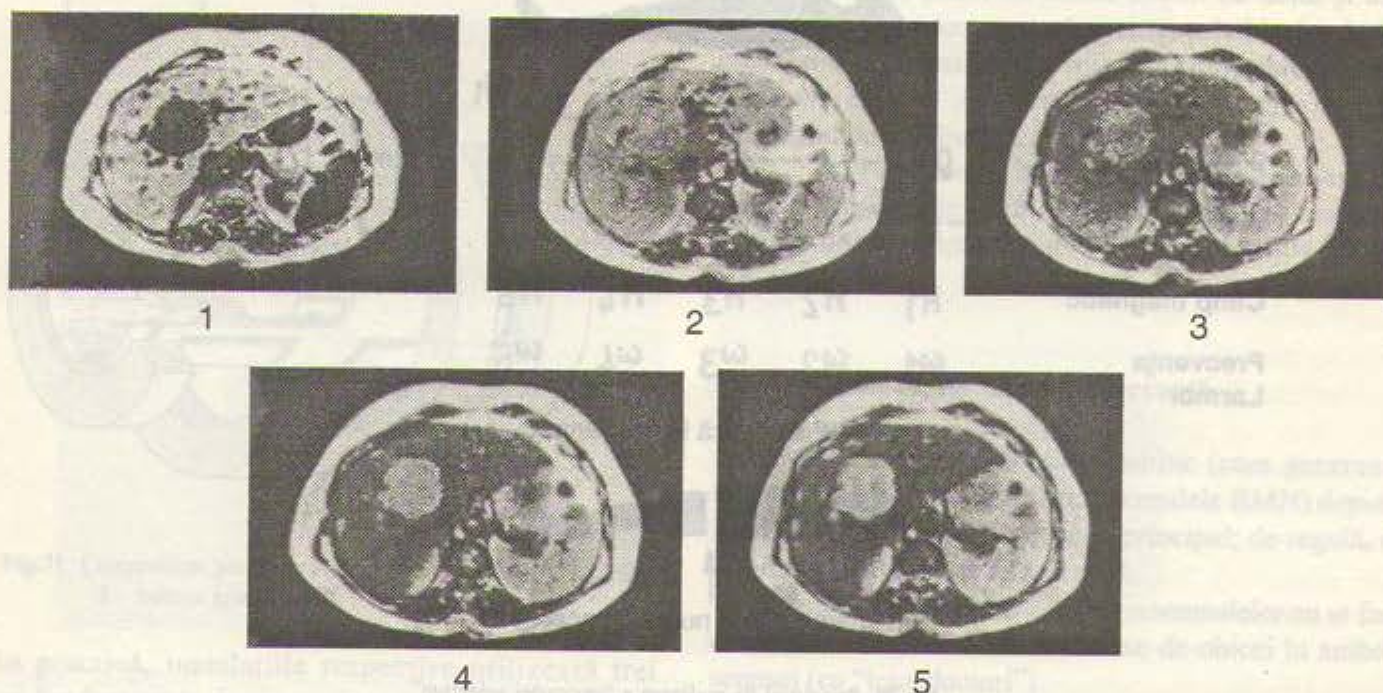


Fig.69. Efectul secvenţei pulsului şi mărimii variabilelor asupra imaginii RM. 1.Regenerare prin inversie: *TR*=1400, *TI*=400; celelalte imagini sînt ecou de spin; 2.*TR*=540, *TE*=20; 3.*TR*=1040, *TE*=20; 4.*TR*=1080, *TE*=40; 5.*TR*=2080, *TE*=40.

De regulă, aceste valori sînt afişate într-o anumită ordine: *TR*, *TE*, *TI*; ordinul lor de mărime foarte diferit permite să se deducă variabila la care se referă chiar dacă aceasta nu este menţionată. De exemplu, succesiunea de numere 2000, 30, 500 care însoţeşte o imagine semnifică *TR*: 2000 ms, *TE*: 30 ms, *TI*: 500 ms.

Figura 69 ilustrează efectul secvenţei pulsului şi mărimii variabilelor temporale alese de operator asupra contrastului dintre o leziune a ficatului şi ţesuturile normale; de asemenea, ordinea de transcriere a acestor variabile.

4.3. Producerea imaginii

4.3.1. Gradienţii magnetici

Imaginea RM rezultă prin alăturarea unui număr variabil de pixeli, a căror valoare (intensitate) este determinată de amplitudinea fiecăruia din semnalele cu originea într-o unitate de volum (voxel). Aceste volume elementare se găsesc dispuse într-un plan de secţiune prin corpul uman, astfel încît, ca şi în cazul CT, imaginea RM este de fapt o imagine tomografică realizată în planul respectiv. Pentru ca ea să capete semnificaţia dorită, nu este suficient ca semnalele RMN provenite din fiecare volum elementar examinat să fie recepţionate; aceste semnale trebuie să cuprindă şi informaţii cu privire la poziţia exactă în spaţiu a volumelor respective. Cu alte cuvinte, poziţia pixelilor în matrice trebuie să realizeze în ansamblu o veritabilă hartă a secţiunii anatomice.

Acest deziderat creează în cazul IRM probleme tehnice deosebit de complexe. In principiu, rezolvarea acestora implică utilizarea unor cîmpuri magnetice adiţionale, de valori mult mai mici decît cele ale magnetului principal (H_0), care pot fi rapid puse şi scoase din funcţiune. Aceste cîmpuri poartă denumirea de *gradienţi magnetici* şi se aplică pe una din coordonatele spaţiale *x*, *y* sau *z* (fig.59), de unde şi denumirea de *cîmpuri de gradient liniar*.

In cele ce urmează, va fi prezentată numai utilizarea unuia dintre gradienţi, în vederea alegerii planului de secţiune, conform aşa-numitului principiu al "excitaţiei selective".

4.3.2. Excitaţia selectivă

Aşa cum am văzut, la începutul examenului, corpul uman este plasat în cîmpul magnetic exterior foarte puternic H. Pentru obţinerea "excitaţiei selective", se aplică în aceeaşi direcţie spaţială un cîmp-gradient mult mai slab, care variază de-a lungul pacientului, astfel încît este mai

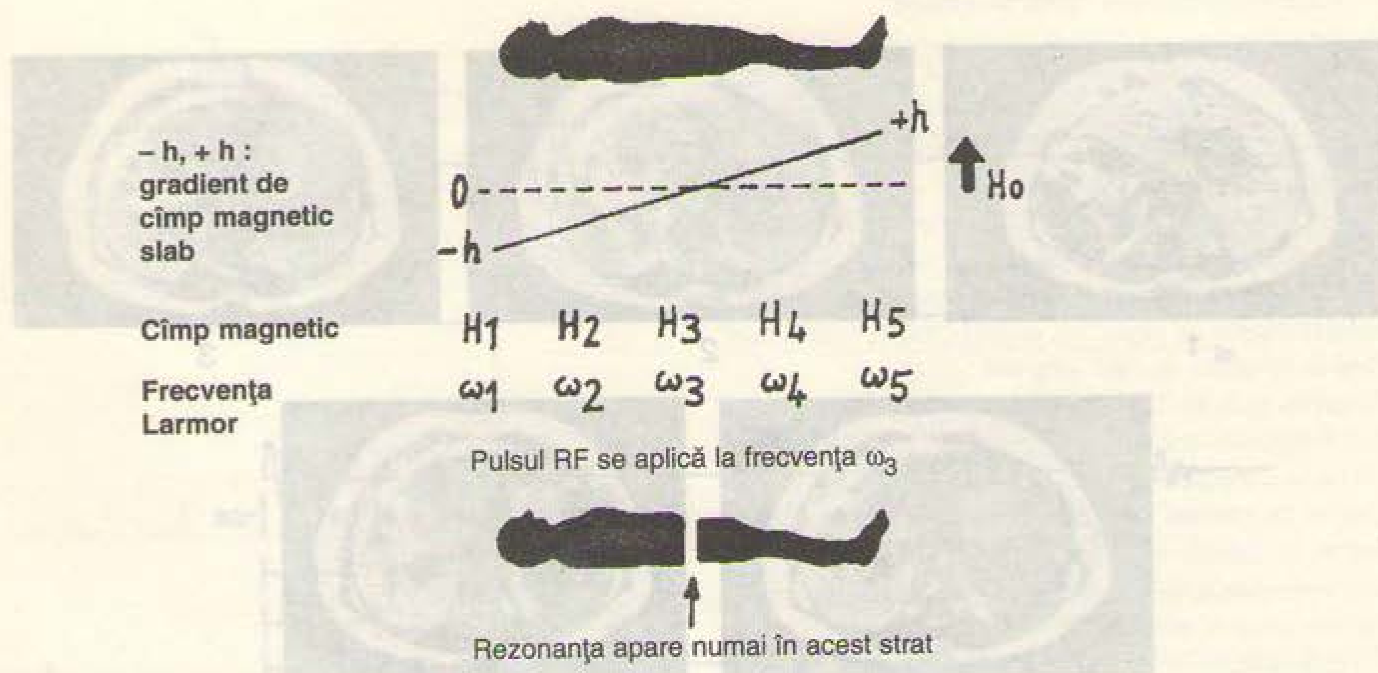


Fig.70. Principiul de realizare a "excitaţiei selective".

redus la extremitatea lui superioară şi mai intens la cea inferioară (fig.70). Rezultă un cîmp magnetic total, care creşte şi el în acelaşi sens (în fig.70, de la H_1 la H_5). Frecvenţa Larmor a nucleilor rezonanţi va cunoaşte o variaţie corespunzătoare, de la ω_1 la ω_5, de unde rezultă că pentru a produce rezonanţa la diferite nivele ale corpului trebuie să fie aplicate frecvenţe diferite ale pulsului de RF. Dacă, de exemplu, se aplică un puls cu frecvenţa ω_3, rezonanţa va apare numai în nucleii dintr-o anumită secţiune transversală a corpului (fig.70).

Practic, nu este posibil ca pulsul să conţină o singură frecvenţă; va exista întoteauna o *bandă* de frecvenţe, care, în combinaţie cu panta gradientului magnetic, determină *lărgimea secţiuni*. Aceasta poate fi variată, crescînd sau reducînd parametri respectivi.

In aproape toate instalaţiile IRM, tehnica excitaţiei selective este aplicată pentru a alege *planul* ce va fi reprezentat în imagine. In afara situaţiei descrise mai înainte, poate fi aleasă o secţiune tomografică sagitală, utilizînd un gradient dispus transversal, sau una frontală (coronală), cu un gradient orientat antero-posterior.

4.3.3. Codificarea spaţială a informaţiei

In afara gradientului prin care se obţine excitaţia selectivă, alţi gradienţi, aplicaţi pe celelalte coordonate spaţiale ale cîmpului magnetic, realizează *codificarea spaţială* a informaţiei, adică determinarea poziţiei sursei semnalelor şi implicit ordinea pixelilor corespunzători în imagine.

Tehnica, rezultată dintr-o operaţie matematică particulară (transformarea Fourier bidimensională), foloseşte componentele frecvenţă şi fază ale semnalului RMN pentru a înmagazina informaţia cu privire la poziţia sursei, în două dimensiuni. Complexitatea aspectelor tehnologice implicate în realizarea practică nu permite prezentarea lor în acest cadru.

4.4. Echipamentul IRM

4.4.1. Magnetul

Este piesa centrală a instalaţiei IRM; el trebuie să producă un cîmp magnetic extern (*H*) cît mai uniform*, evitînd pe cît posibil variaţiile, ale căror efecte asupra imaginii au fost discutate.

* *O omogenitate (uniformitate) perfectă este imposibil de realizat în practică. Acest fapt are, cum am văzut, consecinţe importante asupra semnalului RMN, mai ales în ceea ce priveşte exprimarea timpului de relaxare spin-spin* (T_2).

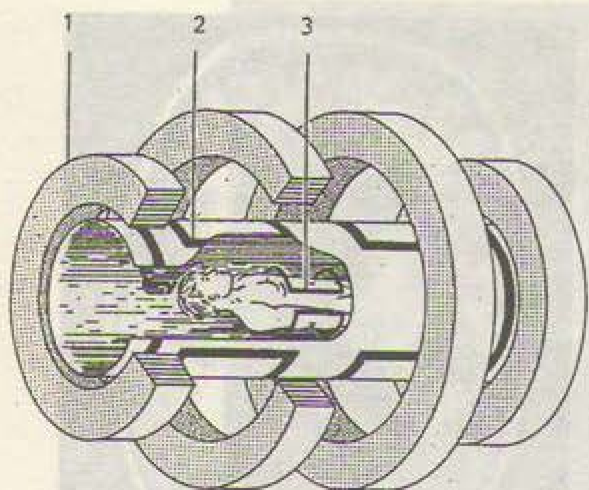


Fig.71. Componente proprii instalației IRM. 1 – magnetul inelar; 2 – bobina gradientului; 3 – bobina de RF.

In practică, instalațiile respective utilizează trei tipuri fundamentale de magneți:

a. Rezistivi. Aceștia sînt constituiți dintr-o pereche de spire inelare din sîrmă, dispuse de regulă vertical (fig.71), prin care trece un curent electric; cîmpul magnetic rezultat este orizontal. Prin folosirea magneților rezistivi se pot obține cîmpuri cu intensitatea de pînă la 0,15 T, energia fiind disipată sub formă de căldură; un sistem de răcire devine necesar.

b. Superconductanți (criogenici). Sînt electromagneți inelari aduși la temperaturi extrem de scăzute (-269° Celsius) printr-un dublu circuit de heliu și azot lichid. La această temperatură, rezistența bobinelor devine nulă, astfel că nu mai este nevoie de o alimentare continuă cu curent electric. Asemenea magneți pot crea cîmpuri foarte stabile de pînă la 2 T.

c. Permanenți. Mai puțin costisitori în exploatare (nu necesită alimentare electrică și instalații de răcire), prezintă dezavantajul unei greutăți considerabile (pînă la 100 tone).

4.4.2. Bobinele de radiofrecvență

Forma și dispoziția acestor bobine (care generează pulsul RF și care recepționează semnalele RMN) depind, substanțial de sistemul magnetic principal; de regulă, au o formă de șa sau una de solenoid.

Intrucît emisia pulsului și recepția semnalelor nu se face concomitent, aceste bobine servesc de obicei în ambele scopuri (ca "transductori").

4.4.3. Gradienții de cîmp magnetic

Se produc prin curenți electrici care circulă în spire din materiale conductante, cu geometrii variate; aceste geometrii, împreună cu direcția curentului, determină orientarea gradientului.

In general, în centrul unei bobine-gradient există un punct 0, cîmpul produs fiind în aceeași direcție cu H_0 de o

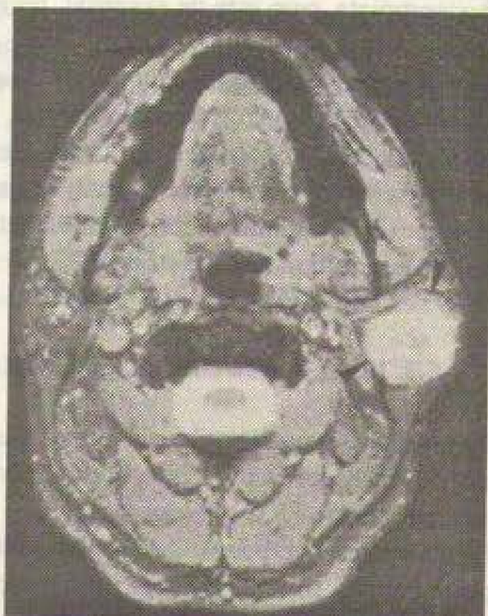




Fig.72. Imagini RM. a. Secțiune transversală la nivelul regiunii cervicale superioare; săgețile indică o tumoră benignă a glandei parotide stîngi; b. Secțiune longitudinală în plan median a regiunii lombare.

parte şi în direcţie inversă de cealaltă parte a acestui punct. Cîmpul magnetic la care este supus pacientul este H_0 + cîmpul gradient (vezi fig.70).

4.4.4. Calculatorul (computerul)

Ca parte integrantă a instalaţiei, computerul are în primul rînd rolul de a controla parametrii fizici caracteristici cursului investigării (secvenţele pulsului, mărimea timpilor acestora) aleşi de operator.

Semnalul RMN se reîntoarce în computer sub formă analogică: un voltaj care variază în timp, traducînd amplitudinea undei de RF emisă de nucleii rezonanţi ai specimenului. Acesta este "secţionat" în fragmente, la intervale fixe de timp şi înmagazinat în forma digitală (ca date numerice). După transformarea Fourier, semnalele sînt ordonate într-o matrice cu 128 x 128, 256 x 256 sau 512 x 512 elemente (pixeli), formînd imaginea ce poate fi afişată (fig.72) (vezi şi fig.69).

4.5. Noţiuni elementare de semiologie

In general, imaginea RM poate fi comparată cu cea produsă de tomografia computerizată, căreia îi este sub unele aspecte superioară, din punctul de vedere al valorii "achiziţiei" pe plan informaţional. Superioritatea rezultă în principiu din faptul că semnalul pe baza căruia se constituie imaginea depine de trei parametri (densitatea protonilor, T_1 şi T_2) şi nu de unul singur (coeficientul de atenuare a radiaţiei X, respectiv densitatea electronilor). Cum am văzut, secvenţele individuale de puls pot fi modificate pentru a reliefa unul din aceşti parametri şi a optimiza pe această cale imaginea, în funcţie de problematica clinică.

Structurile anatomice reprezentate în imagine sînt în general uşor de recunoscut iar evaluarea stării lor şi evidenţierea unor eventuale anomalii nu întîmpină dificultăţi notabile.

In cele ce urmează, vor fi scoase în evidenţă cîteva din domeniile în care datele IRM sînt în mod particular revelatoare.

4.5.1. Investigarea creierului şi structurilor nervoase

IRM realizează un foarte bun contrast între substanţa albă şi cea cenuşie, imposibil de obţinut prin altă metodă

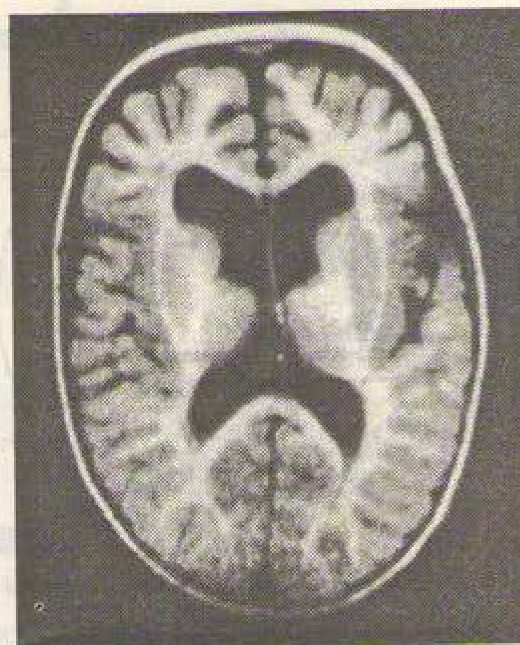


Fig.73. Imagine RM a unui creier de copil, evidenţiind o mielinizare normală. Se remarcă intensitatea diferită a substanţei albe de a cele cenuşii (secvenţă de regenerare prin inversie)

imagistică (fig.73), ceea ce permite sesizarea unor procese patologice subtile ce se produc la interfaţa acestora (de exemplu, anomaliile de mielinizare ale copilului, scleroza multiplă şi alte afecţiuni demielinizante).

Acest contrast se datorează diferenţelor dintre timpii de relaxare ai celor două structuri, produse de conţinutul lor diferit în apă şi lipide (sau în compoziţia chimică a lipidelor) şi poate fi accentuat prin utilizarea unor secvenţe în plus apropiate, cum este de exemplu, regenerarea prin inversie.

Alte procese patologice pot fi, de asemenea, net reprezentate în imagine (edemul, infarctul, hemoragiile cerebrale). In cazul unor tumori cerebrale, diferenţele între timpii de relaxare pe care le crează anumite variante histologice (astrocitomul, meningiomul, metastazele) pot fi sugestive pentru natura acestora.

4.5.2. Investigarea cordului şi circulaţiei

Pentru obţinerea unei imagini cardiace nete, este necesară o tehnică de "îngheţare" a mişcărilor, în care secvenţele de puls sînt corelate printr-o EKG cu ciclul cardiac.

Prin alegerea corspunzătoare a parametrilor pulsului se poate crea un contrast evident între pericard, miocard şi sîngele intracardiac, de cel mai mare interes fiind, pe lîngă evaluarea grosimii pereţilor ventriculari, evidenţierea formelor ischemice.

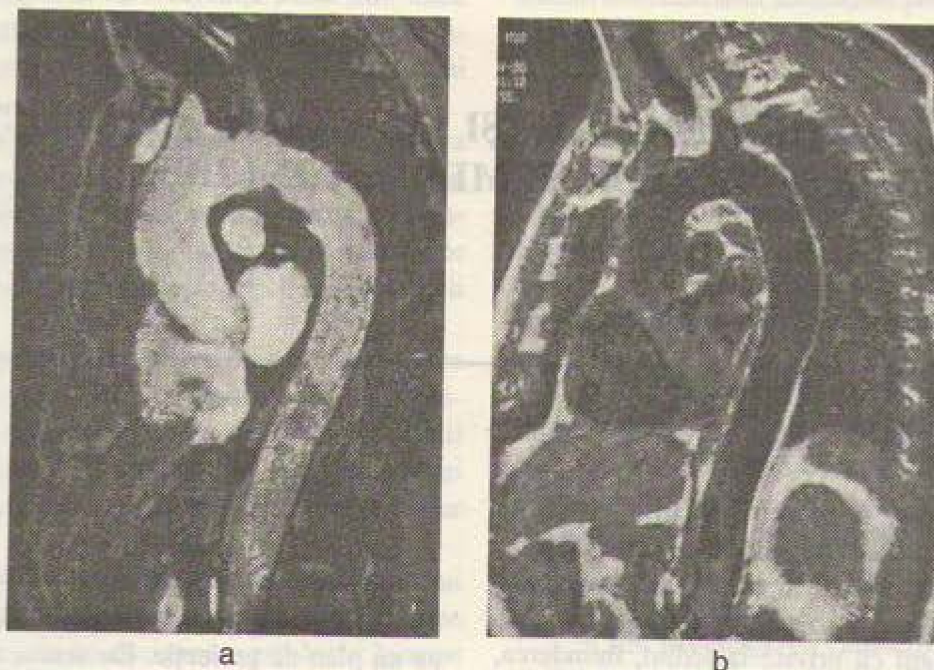


Fig.74. Modificarea intensității semnalului sîngelui circulant în funcție de secvența pulsului. Secțiune longitudinală toraco-abdominală, reliefînd cavitățile cardiace și arcul aortic.

Pentru reliefarea acestor focare, se dovedește utilă folosirea unui agent fizic paramagnetic, gadoliniumul legat de o moleculă organică (DTPA), care reduce timpii de relaxare și poate deveni, în asociere cu o secvență de puls adecvată, o veritabilă "substanță de contrast". Trebuie menționat că acest artificiu tehnic își găsește aplicabilitatea și în alte domenii de utilizare (patologia cerebrală).

Prezența sîngelui circulant în specimenul examinat creează aspecte particulare, întrucît reprezentarea lui în imaginea RM depinde esențial de viteza de circulație.

In secvențele cu *TR* scurt (în care protonii din țesuturile aflate în secțiunea examinată au numai o revenire parțială la echilibru, slăbindu-se intensitatea semnalului) sîngele din afara secțiunii pătrunde în aceasta și va produce un semnal mult mai puternic decît țesuturile înconjurătoare ("sînge alb", fig.74,a).

In alte secvențe (ecou de spin), dacă fluxul lui este foarte rapid, sîngele iese din secțiune în intervalul dintre excitație și detecția semnalului; în consecință, va fi marcat printr-o absență totală de semnal ("sînge negru", fig.74,b).

"Efectul flux" poate fi deci modificat schimbînd secvența pulsului; el devine util în separarea structurilor din unele regiuni anatomice (mediastin) sau în diferențierea formațiunilor canaliculare ale ficatului.

4.5.3 Investigarea altor regiuni anatomice

In investigarea altor regiuni anatomice sau organe, IRM se dovedește utilă în numeroase situații, datorită capacității de a diferenția structurile normale (grăsime, parenchime) de cele patologice (edeme, hemoragii, procese infecțioase, colecții lichidiene, neoplasme etc), prin reliefarea, pe calea variației secvențelor de puls, a unor trăsături specifice acestor structuri, în special T_1 și T_2.

Capitolul 5
DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ŞI IMAGISTIC AL AFECŢIUNILOR APARATULUI RESPIRATOR ŞI MEDIASTINULUI

Datorită uşurinţei şi siguranţei cu care pune în evidenţă modificările patologice ale organelor aparatului respirator, examenul radiologic a devenit o metodă fundamentală, de neînlocuit, în investigarea acestor organe. El oferă clinicianului informaţii cu privire la sediul, întinderea, natura probabilă şi evoluţia proceselor manifeste, iar în unele cazuri poate evidenţia anomalii lipsite de expresie clinică (malformaţii structurale, tumori benigne etc.). Pe de altă parte, trebuie avut în vedere faptul că unele afecţiuni respiratorii pot fi lipsite de modificări ale imaginii radiologice (traheo-bronşite acute, procese pleurale şi pulmonare foarte incipiente).

Dintre metodele imagistice, CT şi IRM pot oferi date informative deosebit de valoroase, în special în domeniul patologiei mediastinale.

5.1. Tehnici de examinare

Explorarea radiologică a aparatului respirator şi a mediastinului beneficiază de numeroase procedee tehnice, a căror utilitate şi valoare sînt condiţionate de o indicaţie corectă, bazată pe cunoaşterea posibilităţilor şi limitele lor reale.

Principalele tehnici utilizate în practica curentă sînt radiografia, radioscopia, tomografia, radiofotografia.

In anumite situaţii, elucidarea unor aspecte de ordin morfologic sau funcţional creează indicaţii pentru proceduri tehnice particulare sau speciale, ca: radiografia cu raze "dure", kimografia, digrafia, scintiografia, CT, IRM.

Explorarea arborelui bronhic şi cavităţilor pleurale implică uneori folosirea de tehnici bazate pe crearea de contraste artificiale, cum sînt bronhografia sau pneumotoraxul diagnostic. In ceea ce priveşte mediastinul, tehnica CT (uneori şi ultrasonografia) sînt utilizate în cazul special al "dirijării" puncţiilor biopsice.

5.1.1. Radiografia

Permite înregistrarea unor detalii structurale de fineţe, oferind cea mai mare cantitate de infomaţie perceptibilă pe un plan de proiecţie. De aceea, ea trebuie privită ca principala procedură de investigare a organelor intratoracice.

Radiografia cu folie de înmagazinare a imaginii, ca şi prelucrarea digitală a acesteia, au adus o contribuţie notabilă la sporirea calităţii informaţiei în acest domeniu de investigare.

Pentru a obţine o reprezentare spaţială a organelor examinate, radiografia toracelui trebuie efectuată în cel puţin două proiecţii: de faţă, în incidenţa postero-anterioară (radiografia "standard") şi de profil. In unele situaţii devin necesare şi radiografii în poziţii intermediare (oblice).

Utilizarea unor poziţii particulare ale pacientului este indicată pentru evidenţierea, prin aducere în incidenţa tangenţială, unor structuri sau formaţiuni anatomice (pleura scizurală) sau pentru degajarea anumitor regiuni ale cîmpurilor pulmonare de suprapuneri ale organelor din vecinătate (clavicule, coaste).

Radiografia "ţintită" înregistrează porţiuni ale ariilor pulmonare limitate la modificarea patologică descoperită, pe care este centrat fasciculul de radiaţii, în vederea creşterii netităţii imaginii.

Radiografia cu raze "dure" (cu kilovoltaj ridicat) permite ştergerea imaginii unor structuri, evidenţiind, prin reducerea efectului de sumaţie, anumite formaţiuni normale (bronhii) sau patologice (tumori, adenopatii, noduli miliari) Aceeaşi tehnică este utilizată pentru evidenţierea de leziuni ale formaţiunilor osoase toracale (în special arcurile costale).

Efectuarea radiografiei cu o distanţă sursă-film mică (radiografia "direct mărită") produce o imagine de dimensiuni mari, pe care anumite detalii de interes sînt mai evident reliefate.

Digrafia este o expunere dublă, pe acelaşi film, a toracelui sau ale unor regiuni a acestuia, în două momente diferite ale respiraţiei; ea permite reprezentarea amplitudinii şi simetriei mişcărilor hemidiafragmelor şi arcurilor costale, evidenţiind modificări patologice ale dinamicii acestora.

Consacrată studiului şi înregistrării proceselor dinamice proprii anumitor organe (vezi capitolul următor), *kimografia* are, în explorarea aparatului respirator, indicaţii limitate la înregistrarea şi studiul mişcărilor proprii şi transmise ale vaselor pulmonare, ca şi ale excursiilor diafragmatice.

Inregistrarea pe filmul radiografic a imaginii toracelui prezintă un document obiectiv, pe baza căruia devine posibilă urmărirea evoluţiei unui proces patologic. In acest sens este însă necesar ca radiografiile succesive să fie efectuate în condiţii tehnice identice.

5.1.2. Radioscopia

Oferă o imagine mai puţin bogată în raport cu radiografia (structurile cu dimensiuni sub 3-4 mm nu sînt de regulă perceptibile); este în schimb un examen dinamic, care permite studiul mişcării organelor intratoracice; de asemenea, prin modificarea poziţiei pacientului, permite examinarea într-un număr nelimitat de incidenţe a regiunii în care se situează procesul patologic.

Radioscopia "standarad" (fluoroscopia convenţională) supune pe pacient, ca de altfel şi pe examinator, unei iradieri deloc neglijabile, ceea ce face ca indicaţiile ei să fie restrînse, mai ales în cazul copiilor şi femeilor gravide.

Utilizarea întăritorului de imagine şi transpunerea acesteia într-un circuit de televiziune (radioscopia televizată) reduc considerabil iradierea, permiţînd în acleaşi timp examinarea la lumina zilei, în condiţii superioare de percepere vizuală.

5.1.3 Tomografia convenţională

Are numeroase indicaţii în studiul radiologic al proceselor patologice intratoracice. In numeroase situaţii, ea este capabilă să evidenţieze leziuni ulcerative (cavităţi) inaparente pe imaginea standard, datorită prezenţei de procese condensante înconjurătoare. Permite de asemenea, studiul structurii unor formaţiuni patologice şi al lumenului bronhiilor de calibru superior.

5.1.4. Radiofotografia

Se obţine prin fotografierea imaginii radioscopice pe filme de dimensiuni mici (7/7, 10/10 sau 12/12 cm). Ea reduce considerabil iradierea produsă de radioscopie, furnizînd în acelaşi timp o înregistrare obiectivă a imaginii.

Tehnica radiofotografiei este destinată în mod particular examinării în masă sau în colective largi a unor categorii de populaţie, în scopul depistării anumitor afecţiuni profesionale (pneumoconiozele) sau cu o largă incidenţă (tuberculoză, tumori pulmonare).

5.1.5. Investigarea radioizotopică

Investigarea radioizotopică, sub forma *scintigrafiei*, are în principal două obiective: studiul perfuziei şi cel al ventilaţiei pulmonare. In primul caz se utilizează ca trasori compuşi macromoleculari conţinînd techneţiu 99m, injectabili intravenos, iar în cel de-al doilea caz, gaze radioactive (xenon sau kripton), inhalate în cursul respiraţiei.

Interpretarea se bazează pe intensitatea fixării radioizotopului în ţesutul parenchimatos pulmonar, respectiv a difuzării lui în acest ţesut.

5.1.6. Tomografia computerizată şi IRM

Sînt utilizate în investigarea organelor intratoracice mai ales pentru studiul unor procese tumorale pleuro-pulmonare şi al unor afecţiuni mediastinale (inclusiv cele de natură vasculară).

5.1.7. Bronhografia

Este tehnica de investigare cu substanţă de contrast radioopacă (de regulă un produs iodat liposolubil) a lumenului bronhiilor, care, cu excepţia regiunilor hilare, nu este vizibil pe radiografia standard. Tehnica pune în evidenţă dispoziţia si ramificarea arborelui bronhic, modificările de calibru sau întreruperile continuităţii lumenului prin obstacole organice (de exemplu în bronşiectazii, respectiv în tumorile bronho-pulmonare).

5.1.8. Pneumotoraxul explorator

Se realizează prin introducerea de aer în cavitatea pleurală, urmată de colabarea plămînului spre hil. Procedeul permite precizarea apartenenţei la plămîn sau pleură a unei formaţiuni patologice, uneori a sediului într-un anumit lob al unei asemenea formaţiuni.

5.2. Imaginea radiologică normală a toracelui

Imaginea radiologică a toracelui este deosebit de complexă şi bogată în detalii structurale. Ea se datorează unor organe şi formaţiuni anatomice cu capacitate extrem de diferită de atenuare a fasciculului de radiaţii. Unele din acestea apartin pereţilor cavităţii toracice şi constituie *conţinătorul* toracic, în timp ce *conţinutul* acestei cavităţi este reprezentat de organele aparatului respirator (în special plămînii) şi ale mediastinului.

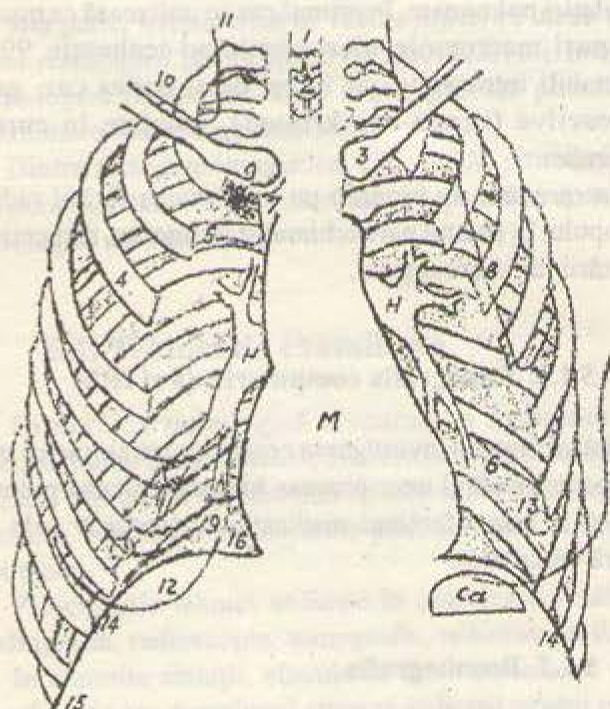


Fig. 75. Formaţiunile conţinătorului toracic vizibile pe radiografia de faţă 1.traheea; 2.vertebre toracale; 3.clavicule; 4.arcuri costale anterioare; arcuri costale posterioare; 6.şanţuri costale; 7.manubriul sternal; 8.omoplat; 9.calcificări ale cartilajelor costale; 10.imaginea însoţitoare a claviculei; 11.sternocleidomastoidianul; 12.sîni; 13.mamelon; 14.cupole diafragmatice; 15.sinusuri costo-diafragmatice; 16.sinusuri cardio-frenice. M: mediastin; H: hiluri pulmonare; Ca: camera cu aer a stomacului.

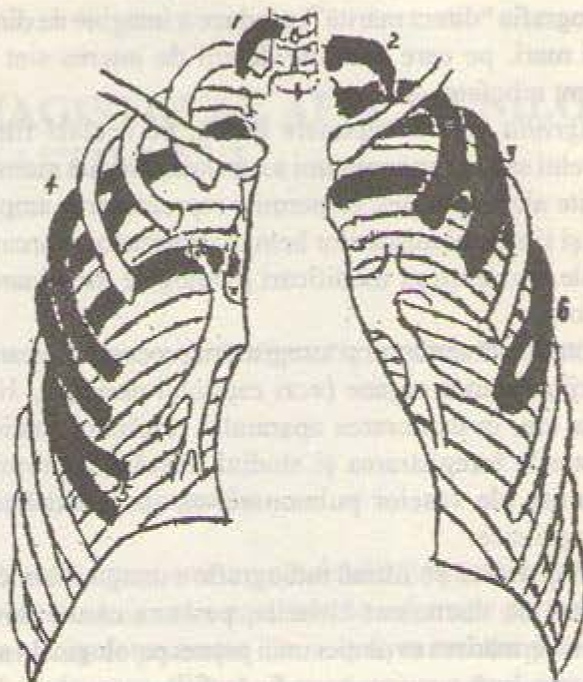


Fig.76. Principalele forme de anomalii costale. 1.coastă cervicală; 2.coastă hipoplazică; 3.punte osoasă intercostală; 4.coastă bifidă (arcul posterior); 5.coastă bifidă (arcul anterior); 6.coastă cu despicătură în arcul anterior.

5.2.1. Radiografia de faţă

5.2.1.1. ***Conţinătorul toracic*** este reprezentat prin imaginile produse de scheletul cavităţii toracice, de ţesuturile moi aparţinînd toracelui şi de cupolele diafragmatice (fig.75).

Pe radiografia de faţă executată în condiţii normale pot fi evidenţiate pe linia mediană corpurile primelor 3-4 vertebre toracale (2), proiectate peste imaginea clară a traheei (1); restul vertebrelor toracale contribuie, împreună cu organele mediastinale, la realizarea opacităţii mediane (M), în interiorul căreia nu pot fi distinse.

Arcurile costale, cu segmentele lor anterioare (4), oblic descendente din afară spre înăuntru, şi posterioare (5), cu traiect descendent dinăuntru în afară, sînt dispuse simetric de ambele părţi ale opacităţii mediane iar spaţiile dintre ele au lărgimi sensibil egale. La nivelul ultimelor arcuri costale postrioare este vizibilă o dedublare a conturului inferior, corespunzătoare şantului care adăposteşte pachetul vasculo-nervos intercostal (şanţul costal) (6).

Coastele pot prezenta anomalii de dezvoltare privind numărul şi forma (fig.76).

Coasta cervicală, uni- sau bilaterală, este o coastă suplimentară, articulată cu cea de a 7-a vertebră cervicală; atinge o lungime variabilă, pînă la cîţiva centrimetri.

Alte anomalii posibile sînt hipoplazia, hiperplazia, bifiditatea, sinostoza, prezenţa de exostoze sau punţi osoase intercostale etc.

Singura anomalie care poate căpăta semnificaţie clinică este prezenţa coastei cervicale, însoţită uneori de fenomene de compresie neurovasculară. Celelalte anomalii creează însă deseori imagini radiologice înşelătoare, confundate cu procese patologice pulmonare sau pleurale.

Cartilajele costale nu pot fi evidenţiate radiologic decît dacă prezintă clacificări, aşa cum se întîmplă la unii adulţi, dar mai ales la persoanele în vîrstă. Calcificările sînt vizibile de regulă pe conturul superior şi pe cel inferior al cartilajului, sub formă de granulaţii intens opace sau de lizereu opac continuu (9). Primele care se calcifică sînt de obicei cartilajele perechii I de coaste.

Claviculele se proiectează, pe o radiografie frontală corect executată, cu extremităţile interne dispuse simetric faţă de linia mediană (fig.75, 3). Conturul lor superior prezintă o imagine "însoţitoare" opacă liniară, de intensitate slabă, reprezentînd pielea şi ţesuturile subcutante în proiecţie tangenţială (10).

Conturul superior al manubriului sternal, ca şi cel lateral drept, pot fi distinse uneori pe radiografia frontală (7).

In cazul unei poziţionări corecte a pacientului, omoplaţii nu se proiectează în cîmpurile pulmonare; prezenţa lor în imagine poate altera calitatea acesteia (8).

In ansamblul ei, cutia toracică este supusă variaţiilor individuale determinate de factori constituţionali. Se descriu astfel tipurile de torace normo-, hipo- şi hiperstenic, cărora le corespund un traiect cu grade diferite de oblicitate al arcurilor costale şi o poziţie mai înaltă sau mai joasă a diafragmului.

Anomaliile de ax al coloanei vertebrale (cifo-scoliozele) sau de traiect al arcurilor costale determină deformarea cavităţii toracice, asimetria celor două jumătăţi ale acesteia, ca şi modificarea poziţiei şi formei opacităţii mediane (fig.77).

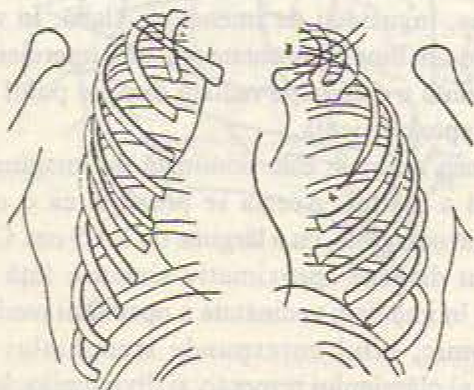


Fig.77. Torace cifo-scoliotic

Ţesuturile moi care pot fi vizibile pe radiografia frontală sînt reprezentate de musculatura şi ţesutul adipos ale toracelui (mai ales muşchii mari pectorali), regiunii cervicale inferioare (muşchii sterno-cleido-mastoidieni) (fig 75, 11) şi suprascapulare, ca şi de sîni (12, 13). In funcţie de dezvoltarea lor, aceste formaţiuni anatomice pot crea imagini opace care modifică aspectul anumitor regiuni ale cîmpurilor pulmonare şi care pot fi confundate, la un examen superficial, cu procese patologice.

Posibilitatea de eroare este accentuată în prezenţa unei asimetrii, create de exemplu de hipertrofia unilaterală a unui pectoral sau de absenţa unui sîn după o intervenţie chirurgicală.

In ceea ce priveşte diafragmul, cele două cupole ale lui apar radiologic ca imagini opace convexe în sus, cu contururi nete şi regulate, situate la baza toracelui. In condiţii normale, hemidiafragmul drept este situat cu cîţiva centimetri mai sus decît cel stîng (14). Conturul inferior al cupolei diafragmatice drepte se confundă cu opacitatea ficatului situat sub el, astfel că nu este decelabil; hemidiafragmul stîng este situat deasupra camerei de aer a stomacului (C.a.), ceea ce permite vizibilizarea pe o întindere variabilă a conturului său inferior.

Poziţia diafragmului recunoaşte numeroase şi importante variaţii individuale. La subiecţii cu torace normostenic, hemidiafragmul drept se situează la nivelul extremităţii anterioare a coastei a VI-a (pe o radiografie executată în inspir). La obezi, gravide şi cei afectaţi de procese expansive intraabdominale, hemidiafragmele apar într-o poziţie ridicată în grade variabile, în timp ce tipurile de torace hipo- şi astenic se însoţesc de poziţia mai joasă a acestora.

Numeroase procese patologice subdiafragmatice (ascita, tumorile abdominale, aerocolia) şi supradiafragmatice (emfizemul pulmonar, revărsatele lichidiene pleurale şi pericardice, atelectazia, fibrotoraxul) pot modifica, prin împingere sau tracţiune, poziţia uneia sau ambelor cupole ale diafragmului, într-un sens sau altul.

Contururile diafragmatice pot prezenta uneori ondulaţii datorate dispoziţiei particulare sau tonusului redus al unor fascicule musculare din componenţa organului. Apariţia de neregularităţi (festoane) se datorează, în absenţa proceselor patologice de vecinătate, vizibilizării inserţiilor costale ale muşchiului, mai ales în cazurile în care diafragmul este mult coborît.

Examenul radioscopic şi cel kimografic pun în evidenţă mişcările respiratorii diafragmatice, a căror amplitudine

este în mod normal egală de ambele părţi; deplasarea celor două cupole se desfăşoară sincron şi simetric. Diferenţa de poziţie atinge, în cursul fazelor respiraţiei, 3 pînă la 6 cm.

Cele două hemidiafragme formează cu pereţii laterali ai toracelui cîte un unghi ascuţit, sinusurile costo-diafragmatice (15), în care se insinuează ţesut pulmonar aparţinînd lobilor inferiori; de asemenea, ele realizează cu inima sinusurile cardio-frenice (16), dintre care cel drept este ascuţit iar cel stîng obtuz.

5.2.1.2. ***Conţinutul toracic*** este reprezentat de plămîni, pleure şi organele mediastinale.

Cei doi plămîni crează, de o parte şi de alta a opacităţii mediastinale, cîte o arie transparentă, de formă aproximativ triunghiulară, *cîmpurile pulmonare*. La formarea imaginii radiologice a plămînilor contribuie două elemente fundamentale: prezenţa aerului alveolar, a cărui absorbţie redusă de radiaţiei determină transparenţa de fond a ariilor respective, şi prezenţa formaţiunilor vasculare, în principal a arterelor pulmonare, care realizează opacităţi liniare multiple, caracteristice, de dimensiuni diferite, denumite generic *imagini vasculare*. Datorită densităţii lor reduse, pereţii alveolelor şi bronhioielor, formaţiunile limfatice şi nervoase, ca şi ţesutul interstiţial peribronhovascular şi perilobular, nu au o repezentare proprie în imagine.

Cîmpurile pulmonare sînt divizate arbitrar, în vederea descrierii topografiei proceselor patologice, în cîte o regiune *apicală*, delimitată în jos de claviculă, o regiune *superioară*, cuprinsă între claviculă şi extremitatea anterioară a coastei a II-a, o regiune *mijlocie*, limitată în jos de extremitatea anterioară a coastei a IV-a şi o regiune *inferioara* sau *bazală*, care se întinde pînă la diafragm (fig.78).

La rîndul lor, regiunea superioară poate fi divizată în regiunea subclaviculară internă (intercleidohilară) şi una externă, iar cea inferioară într-o regiune bazală internă (infrahilară) şi una externă.

Cîmpul pulmonar stîng are în mod obişnuit o suprafaţă mai redusă în raport cu cel drept, datorită dezvoltării predominante spre stînga a cordului. Transparenţa celor două cîmpuri pulmonare este sensibil egală; ea creşte dinspre vîrfuri spre baze, datorită unei creşteri corespunzătoare a cantităţii de ţesut parenchimatos alveolar, în speţă de aer. Transparenţa creşte de asemenea, în inspir, proporţional cu cantitatea de aer introdusă în plămîni.

Formaţiunile vasculare, în principal arterele pulmonare, contribuie în proporţie de aproximativ 90% la crearea opacităţilor ce traduc structuri anatomice ale plămînului în condiţii normale.

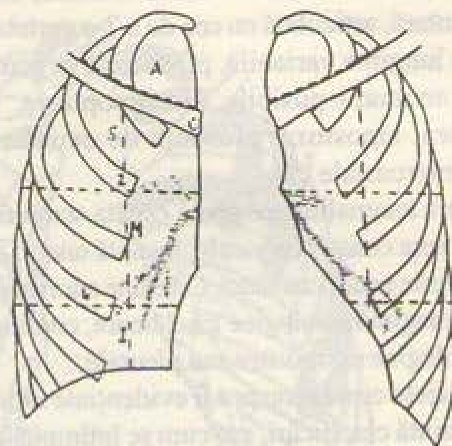


Fig.78. Subdiviziunile topografice ale cîmpurilor pulmonare c: clavicule; 2: coasta a II-a; 4: coasta a IV-a; A: regiunile apicale; S: regiunile superioare; M: regiunile mijlocii; I: regiunile inferioare.

Aşa-numit "desen pulmonar", cum este etichetat de practicienii radiologi ansamblul structurilor opace care se proiectează în condiţii normale pe ariile pulmonare, se identifică practic cu imaginile vasculare.

Opacităţile care corespund acestor formaţiuni prezintă unele caractere ce permit diferenţierea lor de procesele patologice traduse prin imagini oarecum asemănătoare. Astfel, imaginile vasculare sînt opacităţi liniare cu traiect regulat, care se îngustează treptat şi uniform spre periferie; ele prezintă contururi nete şi au o structură omogenă. Urmărirea traiectului lor pune în evidenţă ramificaţii, de obicei prin dicotomizare (fig.79).

Imaginile vasculare au dimensiuni şi orientări diferite, în funcţie de regiunea cîmpurilor pulmonare în care sînt examinate. Investigarea angiocardioiografică (vezi capitolul următor) demonstrează că ele corespund într-o proporţie covîrşitoare arterelor pulmonare, în timp ce venele pulmonare rămîn, în condiţii normale, slab şi inconstant reprezentate.

In regiunea vîrfurilor, opacităţile vasculare sînt puţin numeroase, înguste şi de intensitate slabă. In regiunile superioare sînt bine repezentate mai ales intercleido-hilar, unde prezintă o dispoziţie radiară dinspre polul superior al hilului spre claviculă.

Regiunea mijlocie este dominată de imaginea foarte pregnantă a hilului. Acesta se prezintă ca o opacitate intensă, net conturată, cu o lărgime de 1-1,5 cm. Cele două hiluri sînt dispuse aproximativ simetric faţă de linia mediană, în imediata vecinătate a opacităţii mediane.

Anatomic, hilul corespunde trunchiului arterial principal al plămînului respectiv şi diviziunilor lobare ale acestuia.

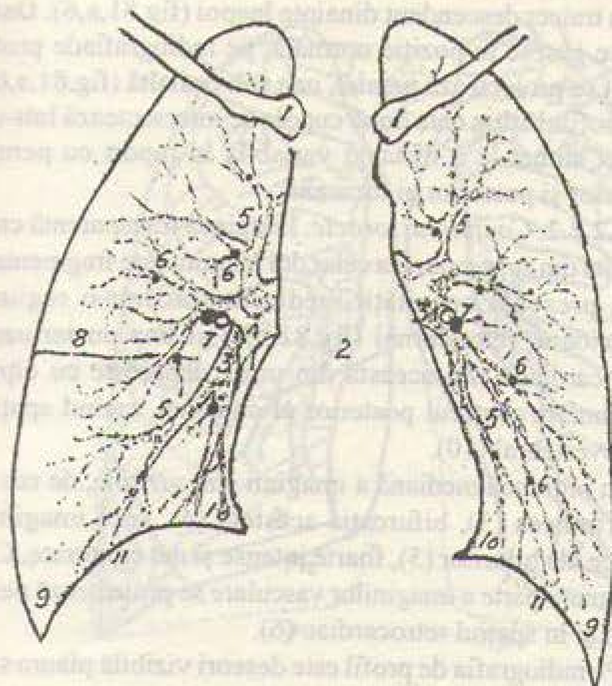


Fig.79. Elemente ale conţinutului toracic, vizibile pe imaginea de faţă 1.clavicule; 2.mediastin; 3.hiluri; 4.bronhie principală; 5.ramificaţii vasculare; 6.vase proiectate ortograd; 7.cupluri de imagini opace şi inelare; 8.scizura orizontală; 9.sinusuri costodiafragmatice; 10.sinusuri costo-frenice; 11.cupole diafragmatice

In mod normal, hilul stîng este situat cu 1-2 cm mai sus decît cel drept şi este acoperit în măsură variabilă de imaginea opacă mediastinală. Hilul drept este, dimpotrivă, vizibil pe toată întinderea, iar porţiunea lui caudală este imaginea vasculară cea mai bine reprezentată pe radiografie.

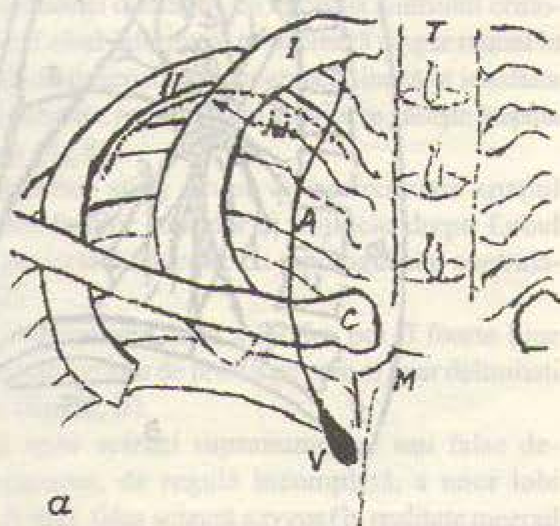
Bronhiile principale pot avea o reprezentare directă, sub formă de benzi transparente, dispuse în vecinătatea nemijlocită a opacităţilor hilare (fig.79, 4).

Restul regiunii mijlocii a plămînului prezintă imagini vasculare dispuse orizontal, mai numeroase şi de grosime mai mare decît în regiunile superioare. In cursul traversării cîmpurilor pulmonare, ele se întretaie, rezultînd figuri geometrice variate (rotunde sau poligonale), mai mult sau mai puţin simetrice de o parte şi de alta. O radiografie de bună calitate poate evidenţia imagini vasculare pînă la 1 cm de periferia cîmpurilor.

Indeosebi în apropierea hilurilor, se evidenţiază frecvent imagini opace rotunde sau ovalare de mici dimensiuni, omogene, net conturate; sînt imagini ale vaselor în proiecţie ortogradă. Uneori se pot observa cupluri formate dintr-o imagine opacă de acest fel şi una inelară, cu diametre sensibil egale, create de proiecţia unui vas şi a bronhiei corespondente (fig.79, 7).

In regiunea inferioară a cîmpurilor pulmonare, imaginile vasculare sînt foarte bine reprezentate, beneficiind de contrastul creat de transparenţa crescută a cîmpurilor în această regiune. Cele din porţiunea internă sînt orientate vertical, în continuarea hilului, iar cele externe, de grosime mai mică, diverg radial spre periferie.

Pleura normală nu are reprezentare radiologică decît în situaţiile în care fasciculul de radiaţii ajunge tangenţial la suprafaţa ei. Aşa se formează opacităţile însoţitoare ale coastelor I-a şi a II-a, avînd ca substrat domul pleural, şi imaginea "scizurii" azygos (fig.80); de asemenea, cea a micii scizuri (fig.79, 8). Toate sînt reprezentate de linii opace fine, regulate, de intensitate slabă. Pleura micii



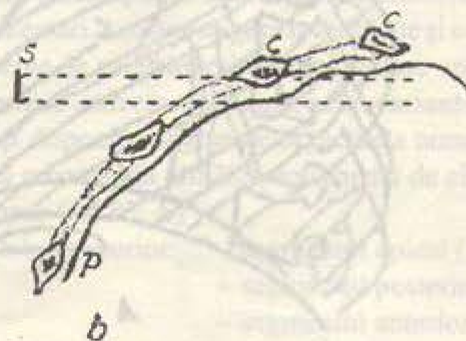


Fig.80. Imagini produse de pleura normală în regiunea apicală. (a) Aspecte vizibile pe radiografia de faţă: I: coasta I; II: coasta a II-a; i.i.: imaginea însoţitoare a coastei II; A: "scizura" azygos; T: traheea; C: clavicula; M: manubriul sternal; V: vena azygos (b) Modul de formare a imaginilor însoţitoare costale. c: coaste; P: pleura domului; S: sursa fasciculului de radiaţii.

scizuri (scizurii orizontale) este dispusă în regiunea mijlocie a cîmpului pulmonar drept, între hil şi peretele lateral al toracelui.

Pleura diafragmatică formează cu pleura parietală un unghi ascuţit, foarte bine reprezentat în inspir, sinusul costo-dafragmatic (stîng şi drept) (fig.79, 9). In prezenţa unui pneumotorax, pleura viscerală poate fi evidenţiată direct, sub forma unei linii opace fine ce delimitează parenchimul plămînului colabat.

5.2.2. Radiografia de profil

5.2.2.1. *Conţinătorul toracic*. Pe radiografia de profil sînt bine reprezentate elemente ale scheletului toracic care pe radiografia de faţă sînt acoperite de organele mediastinale: sternul, anterior, şi coloana vertebrală toracală, posterior (fig.81). Axul coloanei descrie o cifoză moderată, intercalată între lordoza coloanei cervicale şi cea a coloanei lombare.

Arcurile costale laterale au un traiect oblic descendent dinapoi înainte (fig.81 a,4); extremităţile lor posterioare delimitează, împreună cu corpurile vertebrale, şanţurile costo-vertebrale (fig.81,a,8), ocupate de expansiuni ale plămînilor. Cupolele diafragmatice au o formă convexă şi un traiect descendent dinainte înapoi (fig.81,a,6). Dacă ele se găsesc în poziţie normală, pe radiografiade profil drept se proiectează paralel, una sub cealaltă (fig.81,a,6); pe profilul stîng cele două cupole se intersectează într-un punct stituat la o distanţă variabilă în raport cu pereţii anterior şi posterior ai toracelui.

5.2.2.2. *Conţinutul toracic*. Imaginea transparentă care rezultă din suprapunerea celor doi plămîni este fragmentată prin prezenţa opacităţii mediastinului într-o regiune anterioară, retrosternal (fig.81,b,1) şi una posterioară, retrocardiacă (2); aceasta din urmă depăşeşte cu cîţiva centimetri conturul posterior al coloanei, creînd spaţiul retrovertebral (10).

In regiunea mediană a imaginii sînt vizibile, de sus în jos, traheea (3), bifurcaţia acesteia (4), apoi imaginile opace ale hilurilor (5), foarte intense şi net conturate. Cea mai mare parte a imaginilor vasculare se proiectează peste cord şi în spaţiul retrocardiac (6).

Pe radiografia de profil este deseori vizibilă plaura scizurilor verticale şi cea a scizurii orizontale drepte, sub formă de opacităţi liniare fine, nete şi regulate, rezultate din proiecţia tangenţială a scizurilor respective. (7,8).

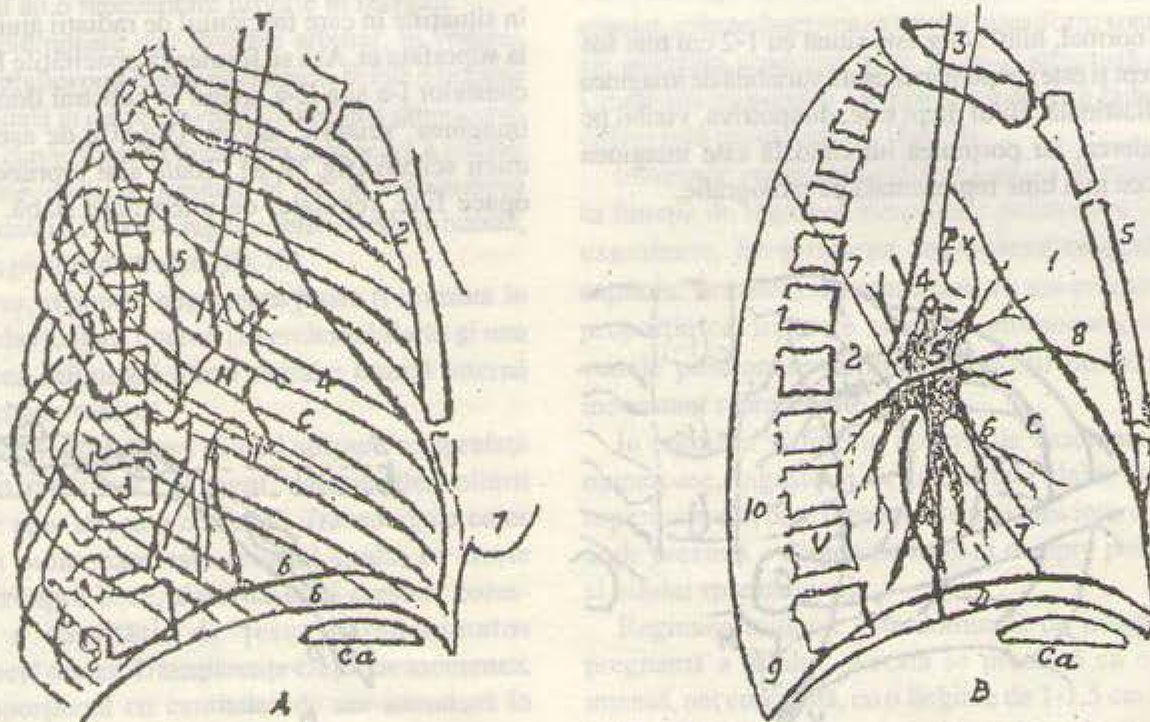


Fig.81. Radiografia de profil a toracelui A. Elemente ale conţinătorului – 1.clavicula; 2.sternul; 3.coloana vertebrală; 4.arcuri costale; 5.omoplaţii; 6.cupole diafragmatice; 7.sîn; 8.şanturi costo-verebrale; T:traheea; C:cordul; C.a.:camera de aer gastrică; H:hil B. Elemente ale conţinutului – 1.spaţiul retrosternal; 2.spaţiul retrocardiac; 3.traheea; 4.bifurcaţia traheei; 5.hiluri; 6.ramificaţii vasculare; 7.scizura verticală (mare); 8.scizura orizontală (mică); 9.sinus costo-diafragmatic posterior; 10.spaţiul retrovertebral; V: coloana vertebrală; : stern, D: cupole diafragmatice.

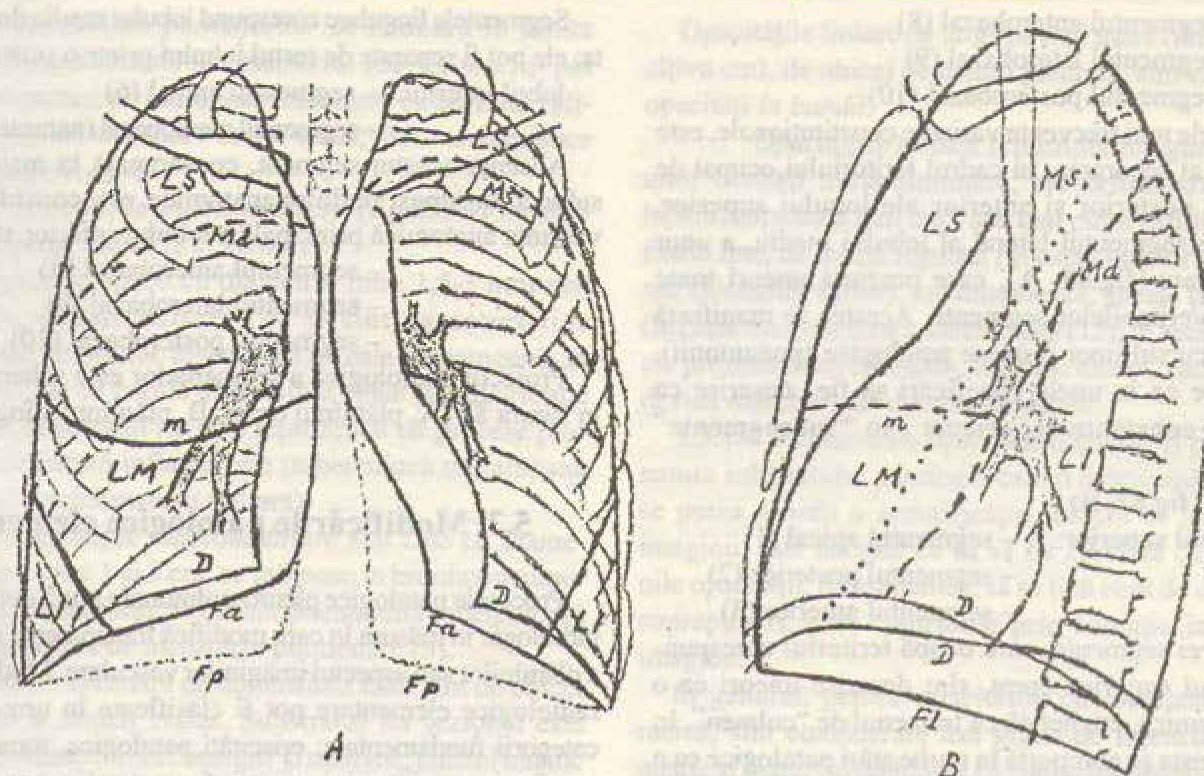


Fig.82. Proiecţia scizurilor şi lobilor pulmonari de faţă (A) şi de profil (B). Md: marea scizură dreaptă; Ms: scizura interlobară stîngă; m: mica scizură; Fa: marginea inferioară a fundului de sac anterior; Fp: limita inferioară a fundului de sac posterior; Fl: limita fundului de sac lateral; LS: lob superior; LM: lob mediu; LI: lob inferior.

5.2.3. Noţiuni de topografie radiologică a plămînilor

5.2.3.1. *Proiecţia lobilor pulmonari.* Pe radiografia de faţă, lobul superior drept ocupă spaţiul situat deasupra scizurii orizontale; înapoia lui, începînd de la claviculă în jos, se situează lobul inferior. Lobul mijlociu cuprinde spaţiul dintre scizura orizontală şi diafragm, cu excepţia sinusului costo-diafragmatic. Lobul inferior se proiectează singur numai în sinusul costo-diafragmatic şi în regiunea situată în imediata vecinătate a acestuia; restul lobului inferior se găseşte înapoia celorlalţi lobi (fig.82).

Lobul superior stîng ocupă cu aproximaţie spaţiul corespunzător lobilor superior şi mijlociu drept. Lobul inferior se proiectează identic cu omologul său contralateral (fig.82).

Poziţia şi întinderea reală a lobilor pot fi foarte bine precizate pe radiografia de profil, pe care ei apar delimitaţi prin scizuri (fig.82, B).

Prezenţa unor scizuri supranumerare sau false determină separarea, de regulă incompletă, a unor lobi "accesori". Astfel, falsa scizură azygos (în realitate mezoul cu traiect intrapulmonar al venei respective) separă o porţiune din regiunea apicală a plămînului drept, descrisă ca "pseudolobul azygos"; acesta este situat în regiunea cea mai internă a vîrfului (fig.80, a).

Alte scizuri supranumerare pot separa, faţă de segmentele vecine, segmentul apical inferior ("lobul apical inferior"), segmentul bazal medial ("lobul paracardiac") sau cele două segmente lingulare ("lobul mediu stîng").

Proiecţia lobilor accesorii corespunde segmentelor respective (vezi fig.83).

5.2.3.2. *Segmentele pulmonare* sînt teritorii funcţionale, de formă piramidală şi dimensiuni variabile, dispuse cu vîrful spre hil şi baza la peretele toracic. Fiecare segment posedă un pedicul propriu, format dintr-o bronhie segmentară (formaţiunea anatomică definitorie), vase şi nervi segmentari. Acestea asigură o ventilaţie şi o circulaţie independente de cele ale teritoriilor similare vecine.

Deşi există extrem de numeroase variante privind numărul şi dispoziţia segmentelor, actuala nomenclatură anatomică recomandă următoarea schemă de clasificare:

în dreapta (fig.83, A)

lobul superior:	– segmentul apical (1)
	– segmentul posterior (2)
	– segmentul anterior (3)
lobul mijlociu:	– segmentul lateral (4)
	– segmentul medial (5)
lobul inferior:	– segmentul apical (6)
	– segmentul mediobazal (paracardiac) (7)

– segmentul anterobazal (8)
– segmentul laterobazal (9)
– segmentul posterobazal (10)

Printre cele mai frecvente variante constituţionale, este de consemnat separarea, în cadrul teritoriului ocupat de segmentele posterior şi anterior ale lobului superior, respectiv de segmentul lateral al lobului mediu, a unor teritorii axilare (fig.83, A), care prezintă uneori toate caracterele veritabilelor segmente. Acestea se manifestă ca atare în cursul unor procese patologice (pneumonii), ceea ce face ca în unele clasificări să fie descrise ca formaţiuni constante (segmente sau "subsegmente" axilare").

în stînga (fig.83, B)

lobul superior: – segmentul apical (1)
– segmentul posterior (2)
– segmentul anterior (3)

Aceste trei segmente, care ocupă teritoriul corespunzător lobului superior drept, sînt descrise uneori ca o formaţiune unică, etichetată cu termenul de "culmen". In realitate, acesta se comportă în multe stări patologice ca o unitate morfo-funcţională lipsită de subdiviziuni.

O altă variantă, relativ frecvent întîlnită, este existenţa unui segment apico-posterior, care înglobează teritoriul ocupat în mod obişnuit de segmentele 1 şi 2:

– segmentul lingular superior (4)
– segmentul lingular inferior (5)

Segmentele lingulare corespund lobului mediu din dreapta; ele pot fi separate de restul lobului printr-o scizură.

lobul inferior: – segmentul apical (6)
– segmentul mediobazal (paracardiac)(7)

Absenţa acestui segment, consemnată la majoritatea subiecţilor supuşi studiilor anatomice, este considerată ca varianta anatomică principală a lobului inferior stîng.

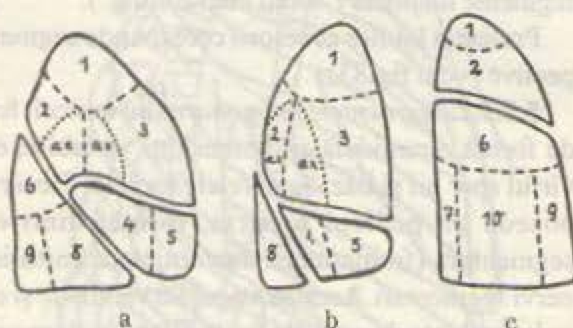
– segmentul anterobazal (8)
– segmentul laterobazal (9)
– segmentul posterobazal (10)

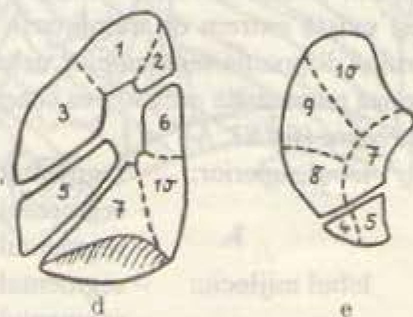
Proiecţia radiologică a segmentelor este schematizată în figura 83 (A, plămînul drept, B, plămînul stîng)

5.3. Modificările patologice elementare

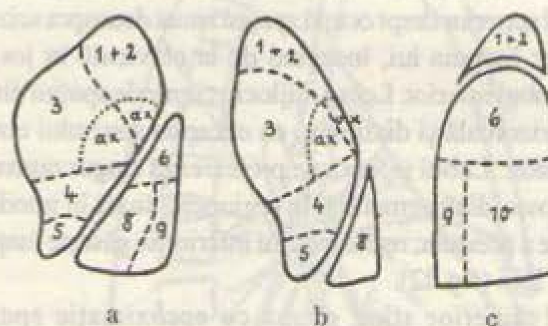
Procesele patologice pleuro-pulmonare pot fi evidenţiate radiologic în măsura în care modifică transparenţa normală a plămînilor sau aspectul imaginilor vasculare. Modificările radiologice elementare pot fi clasificate în următoarele categorii fundamentale: opacităţi patologice, transparenţe patologice şi imagini mixte, formate din opacităţi şi transparenţe patologice asociate.

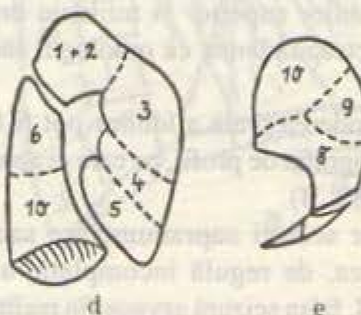
Opacităţile patologice pot fi determinate de factori cauzali de natură foarte diferită, care produc înlocuirea aerului alveolar prin medii sau structuri mai dense (lichide,





A





B

Fig.83. Segmentele pulmonare în proiecţie laterală (a), anterioară (b), posterioară (c), medială (d) şi bazală (e).

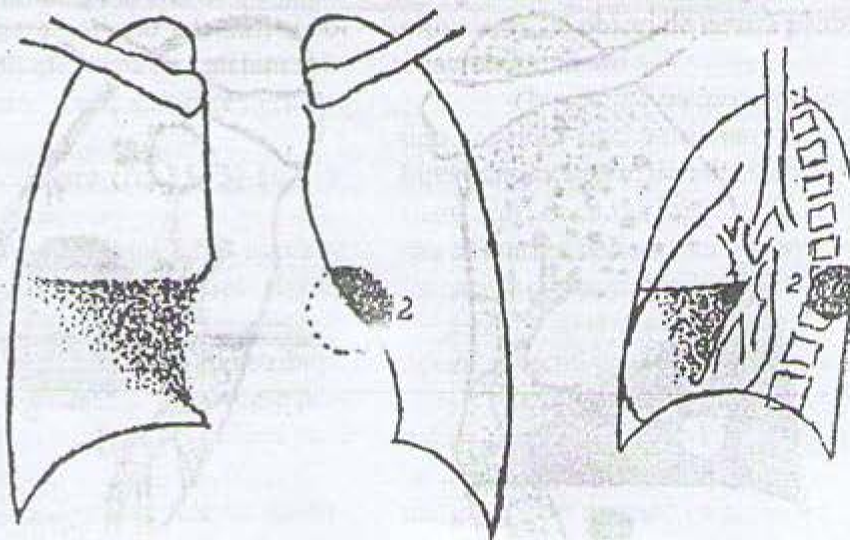


Fig.84. "Semnul siluetei" (Felson) Procesul pneumonic de segment medial al lobului mijlociu (1) șterge conturul cordului, cu care vine în contact; tumora de șanț costo-vertebral (2), proiectată parțial peste cord, nu alterează acest contur.

proliferări celulare) sau realizează îngroșări ale unor structuri normale, care în mod obișnuit sînt inaparente în imagine.

Transparențele patologice (hipertransparențe) recunosc ca principale cauze tulburările de ventilație soldate cu creșterea conținutului aeric al plămînului, reducerea dimensiunilor și formațiunilor vasculare sau procese patologice care conduc la dispariția țesutului pulmonar și înlocuirea lui prin aer.

Imaginile mixte sînt realizate de prezența simultană, în cadrul unei formațiuni patologice unice, de zone opace și hipertransparente. De regulă, sînt produse de existența, într-o cavitate constituită în parenchimul pulmonar sau în cavitatea pleurală, a aerului, alături de o cantitate variabilă de lichid; asemenea imagini sînt denumite *hidroaerice*.

5.3.1. Opacitățile patologice

Descrierea și studiul opacităților patologice trebuie să aibă în vedere: sediul, forma și dimensiunile, intensitatea, structura, conturul acestora, ca și eventualele modificări de vecinătate sau la distanță ale organelor și structurilor toracice, care le însoțesc.

5.3.1.1. *Sediul* opacităților poatologice poate fi reprezentat de unul din pereții toracelui, cavitatea pleurală, parenchimul pulmonar, mediastin sau diafragm.

Precizarea sediului obligă la examinarea toracelui în cel puțin două planuri de proiecție, perpendiculare între ele. Mai ales în cazul opacităților care se situează la periferia cîmpurilor pulmonare, sînt deseori necesare incidențe suplimentare, în vederea precizării apartenenței lor la parenchimul pulmonar sau la pereții toracici, respectiv la mediastin.

Pentru opacitățile situate intrapulmonar, proiectate în una din regiunile topografice descrise la imaginea frontală (fig.78) se va preciza apartenența la un teritoriu funcțional (segment sau lob), folosind imaginea de profil.

O particularitate de esență fizică, demonstrabilă și experimental, care poate fi utilizată pentru stabilirea topografiei unei formațiuni opace patologice chiar numai pe imaginea de față, este așa-numitul "semn al siluetei" (Felson). Acesta constă din ștergerea conturului unei formațiuni anatomice (de regulă aparținînd mediastinului) dacă o structură patologică cu densitate comparabilă este situată în contact direct cu ea. O asemenea structură, situată la distanță în plan antero-posterior de formațiunea respectivă, nu îi va șterge conturul, chiar dacă se suprapune peste el. Pe această cale, un proces pneumonic de lob mediu poate fi diferențiat, de exemplu, de unul dezvoltat în lobul inferior: în primul caz, structura patologică ce vine în contact cu cordul va face să dispară conturul cardiac în zona respectivă; în al doilea caz, conturul rămîne perceptibil (fig.84).

In cazul opacităților multiple, va trebui să fie precizată distribuția acestora în cîmpurile pulmonare (uni- sau bilateral, uniform sau neuniform, predominînd într-o anumită regiune).

5.3.1.2. Din punct de vedere al *numărului*, opacitățile patologice pot fi unice sau multiple.

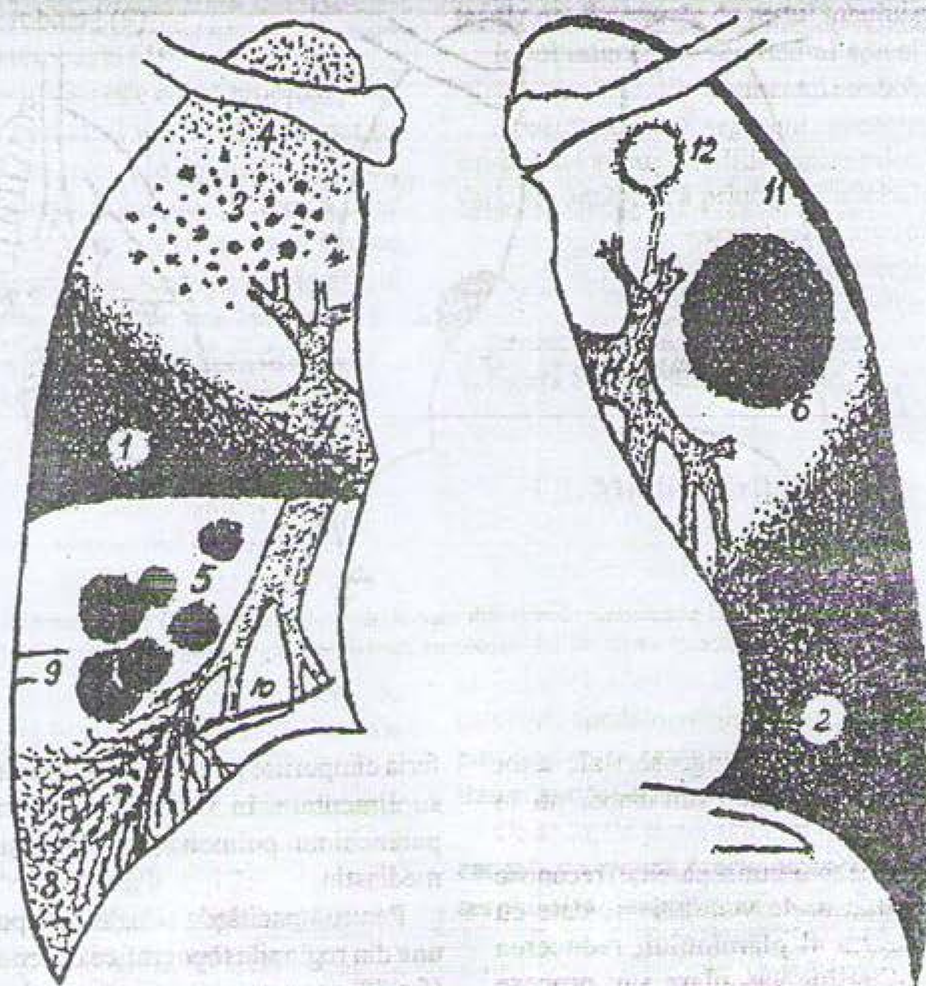


Fig. 85. Principalele forme de opacităţi patologice pleuro-pulmonare 1. opacitate sistematizată segmentară (pneumonie bacteriană); 2. opacitate masivă (pleurezie); 3. opacităţi micronodulare (leziuni tuberculoase); 4. noduli miliari; 5. opacităţi macronodulare (metastaze tumorale); 6. opacitate rotundă mare (chist hidatic); 7. opacităţi liniare interstiţiale (pneumonie interstiţială); 8. imagini reticulare; 9. linii Kerley B; 10. opacităţi liniare parenchimatoase (atelectazii lamelare); 11. opacitate în bandă (pahipleurită); 12.opacitate inelară (cavernă tuberculoasă); H: hiluri

5.3.1.3. *Forma şi dimensiunile* opacităţilor patologice creează numeroase categorii, a căror caracterizare este de mare importanţă pentru identificarea substratului lezional.

a. *Opacităţile întinse*, care ocupă teritorii largi ale cîmpurilor pulmonare, se pot prezenta în următoarele variante:

Opacităţi sistematizate, ce traduc afectarea de către un proces patologic a unui teritoriu funcţional al plămînului, segment sau lob.

Opacitatea segmentară are ca particularitate faptul că pe una din incidenţele folosite (mai frecvent de profil) capătă o formă triunghiulară, cu vîrful în hil şi baza la un perete al toracelui, traducînd interesarea de către procesul patologic a unuia sau mai multor segmente ale plămînului (fig.85, 1). Este frecvent întîlnită în pneumonia bacteriană (cu pneumococ) şi în atelectaziile limitate la un segment.

Opacitatea lobară prezintă aceleaşi caractere şi natură, dar este extinsă pe teritoriul unui lob întreg.

Opacitatea masivă este proprie proceselor patologice care interesează mai mulţi lobi, un plămîn în întregime sau se proiectează pe cea mai mare parte a unui cîmp pulmonar. Este întîlnită în pneumonii, atelectazii, fibroze întinse, ca şi în revărsate lichidiene pleurale foarte abundente (fig.85, 2).

b. *Opacităţile circumscrise* interesează teritorii mici ale cîmpurilor pulmonare şi se pot manifesta sub formă de opacităţi *nodulare* şi de opacităţi *liniare*.

Opacităţile nodulare au o formă rotundă, sugestivă pentru o dezvoltare excentrică a procesului patologic elementar care le produce (proliferare tumorală sau inflamatorie, dezvoltarea unei alveolite în vecinătatea unei bronhiole terminale).

In literatură, opacităţile nodulare sînt descrise şi clasificate după criterii dimensionale foarte diferite; alegerea acestora este în mare măsură arbitrară.

Opacităţile punctiforme se situează la limita perceptibilităţii vizuale (au diametrul sub 1,5 mm) şi pot fi distinse numai pe radiografii efectuate cu tensiuni ridicate şi timp de expunere foarte scurt; sînt caracteristice unor pneumoconioze.

Opacităţile micronodulare (fig.85, 3) au diametrul cuprins între 1,5 şi 10 mm.

Formaţiunile opace cu diametrul între 1,5-3 mm sînt denumite *noduli miliari* (4) şi sînt caracteristice afecţiunilor ce produc diseminări pe cale hematogenă; în consecinţă, au de regulă dimensiuni egale şi o distribuţie simetrică. Substratul lor este reprezentat de procese productive, de natură inflamatorie (tuberculoza miliară) sau tumorală (carcinomatoza miliară).

Opacităţile macronodulare sînt cele cu diametrul cuprins între 1 şi 3 cm; se întîlnesc în bronhopneumonia banală a adultului, în bronhopneumonia tuberculoasă şi în unele forme de metastaze pulmonare (5).

Opacităţile nodulare de dimensiuni mari sînt de obicei unice sau în număr redus. Substratul lor lezional este extrem de variat: tumori benigne şi maligne, chistul hidatic (6), abcesul, colecţii lichidiene închistate în interlobi, infarctul pulmonar etc.

Opacităţile liniare pot aparţine interstiţiului pulmonar, parenchimului sau pleurei.

Opacităţile liniare *interstiţiale* pot fi produse prin prezenţa exsudatului sau infiltraţiei în interstiţiul peribronhovascular. In acest caz, ele se manifestă prin îngroşarea şi accentuarea imaginilor vasculare, care pot fi urmărite pînă la periferia cîmpurilor pulmonare şi care capătă în acelaşi timp contururi mai şterse şi mai puţin regulate (fig. 85, 7). Ingroşarea prin aceleaşi procese a interstiţiului perilobular conduce la vizibilizarea acestuia sub formă de imagini liniare fine, dispuse în reţea, *imaginile reticulare* (8), în ochiurile căreia se găsesc acini sau lobuli normal aeraţi.

Forme particulare de opacităţi interstiţiale sînt produse de staza limfatică în vase sau septuri interlobulare (aşa-numitele linii Kerley A, B şi C). Liniile B ale lui Kerley, întîlnite în mod particular în stenoza mitrală avansată, sînt opacităţi liniare fine, cu lungime de cîţiva centimetri, dispuse la periferia cîmpurilor pulmonare, mai frecvent în regiunile inferioare (9).

Opacităţile liniare interstiţiale pot crea, prin suprapunere sau intersectare, imagini similare celor micronodulare.

Opacităţile liniare *parenchimatoase*, rare, pot fi de natură atelectatică (atelectazii "lamelare" sau "discoidale", 10) sau fibroasă.

Opacităţile liniare *pleurale* pot apare la periferia cîmpurilor pulmonare sau pe traiectul unei scizuri; se datorează îngroşării foiţelor pleurale prin procese inflamatorii sau fibroase.

Opacităţile liniare de lărgime mai mare (uneori pînă la cîţiva cm), de obicei de natură pleurală, sînt etichetate ca opacităţi *în bandă*.

Opacităţile inelare reprezintă imaginea pereţilor unor cavităţi intrapulmonare; ele delimitează zone de hipertransparenţă mai mult sau mai puţin exprimată. Pot fi foarte fine, de formă regulată (în cazul bulelor de emfizem sau chisturilor aerice), sau dimpotrivă, groase şi neregulate (în cazul unor caverne tuberculoase) (12); în acest ultim caz, ele prezintă două contururi, intern şi extern, care trebuie să devină obiectul unei descrieri separate.

5.3.1.4. *Intensitatea* opacităţii depinde în principal de natura substratului patologic care o determină. Pentru a i se putea acorda o semnificaţie corectă în interpretarea imaginii, este necesar ca ea să fie corelată cu dimensiunile opacităţii; de asemenea, să se ţină cont de eventualele suprapuneri, care contribuie prin sumaţie la formarea imaginii.

In general, pentru opacităţile cu localizare intratoracică, sînt considerate trei grade de intensitate: mică, medie şi mare, folosindu-se ca etalon intensitatea unui arc costal anterior; în acest sens se utilizează şi expresiile costală, sub- şi supracostală.

Voalul este o opacitate de intensitate foarte slabă, uneori greu perceptibilă, extinsă pe teritorii variabile ale cîmpului pulmonar (fig.86, 1). Este determinat în mod obişnuit de îngroşarea pleurei, prezenţa unei cantităţi foarte mici de

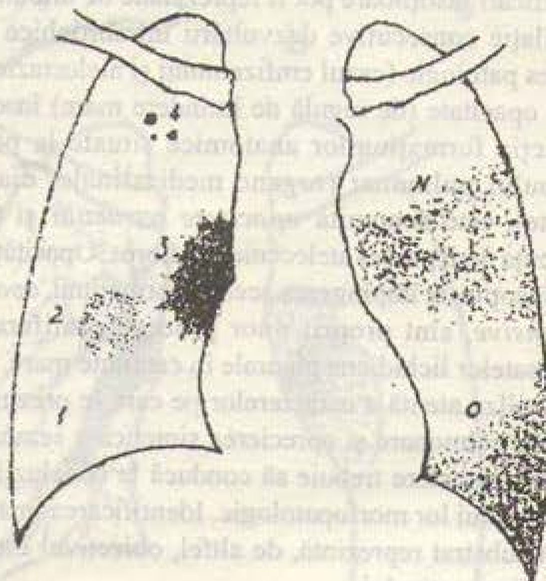


Fig. 86. Intensitatea, structura şi conturul opacităţilor patologice pleuro-pulmonare: 1.voal (pleurită); 2.opacitate slabă net conturată (chist hidatic); 3.opacitate medie cu contur infiltrativ (cancer central); 4. opacităţi de intensitate mare (calcificări); O: opacitate omogenă cu conturul superior şters (pleurezie); N: opacitate neomogenă (pneumonie în rezoluţie).

lichid în cavitatea pleurală, tulburări de ventilaţie cu reducerea uşoară a aerului alveolar sau procese congestive discrete.

Opacitatea *slabă* (subcostală) reflectă de obicei prezenţa unui conţinut lichidian în alveole sau într-o cavitate situată în parenchimul pulmonar (2); opacitatea de intensitate *medie* (costală) corespunde proceselor proliferative celulare (de natură inflamatorie sau tumorală) (3), în timp ce intensitatea *mare* (supracostală) este proprie calcificărilor (4).

5.3.1.5. *Structura opacităţii* este *omogenă*, în cazul în care formaţiunea patologică ce o determină absoarbe uniform radiaţiile, pe toată întinderea ei (fig.86, o) sau neomogenă, dacă această formaţiune este constituită din structuri diferit absorbante (N).

5.1.3.6. *Conturul opacităţii* poate fi *net*, traducînd delimitarea procesului patologic printr-un perete propriu sau o scizură (fig.86, 2), aşa cum este cazul chistului hidatic, respectiv pneumoniei lobare, *difuz*, adică şters şi imprecis (în pneumonia segmentară şi în procesele de alveolită în general, ca şi în revărsatele lichidiene pleurale) (o) sau *infiltrativ*, cu prelungiri în parenchimul pulmonar vecin (în tumorile maligne) (3).

5.1.3.7. *Modificările însoţitoare*, de *vecinătate* sau la *distanţă*, sînt produse în general de leziuni cu întindere mare, care pot determina deplasări prin împingere sau tracţiune ale diafragmului şi arcurilor costale. Alte modificări însoţitoare pot fi reprezenate de tulburările de ventilaţie consecutive dezvoltării intrabronhice a unui proces patologic (cazul emfizemului şi atelectaziei).

O opacitate (de regulă de întindere mare) însoţită de retracţia formaţiunilor anatomice situate la periferia cîmpului pulmonar (organe mediastinale, diafragm, coaste), este denumită *opacitate retractilă* şi traduce prezenţa unui proces atelectatic sau fibros. Opacităţile care sînt însoţite de împingerea acestor formaţiuni, *opacităţile expansive*, sînt proprii unor procese proliferative şi revărsatelor lichidiene pleurale în cantitate mare.

Analiza atentă a caracterelor pe care le prezintă opacităţile pulmonare şi aprecierea sintetică a semnificaţiei acestor caractere trebuie să conducă la concluzii asupra substratului lor morfopatologic. Identificarea imaginii cu acest substrat reprezintă, de altfel, obiectivul esenţial al radiodiagnosticului.

O opacitate omogenă, cu contururi şterse, traduce un proces de alveolită. Evidenţierea în interiorul opacităţii a unor imagini transparente liniare ("bronhograma aerică", fig.88, 5) reflectă integritatea bronhiilor pe teritoriul afectat, confirmînd această presupunere.

Opacităţile omogene de intensitate mare în raport cu dimesiunile lor, cu contururi nete, sînt de regulă expresia unor procese productive, de natură inflamatorie şi mai ales tumorală.

Opacităţile patologice care au o intensitate mare şi structura neomogenă sînt produse de regulă de procese cronice fibroase; ele sînt frecvent însoţite de fenomene retractile.

Unele aspecte particulare, reliefate de studiul atent al modificărilor elementare exprimate prin opacităţi, pot căpăta o importanţă deosebită în identificarea substratului patologic.

Astfel, în prezenţa de opacităţi multiple, faptul că ele au caractere asemănătoare sau diferite, respectiv că realizează imagini de ansamblu "monotone" sau polimorfe, poate deveni relevant. In tuberculoza miliară sau în cazul metastazelor, opacităţile prezintă trăsături comune, în timp ce în tuberculoza secundară ele se încadrează în tipuri diferite, traducînd leziuni mixte, productive, exsudative şi fibroase.

Urmărirea evoluţiei opacităţilor poate aduce elemente semnificative pentru diagnostic. O opacitate care scade în dimensiuni, sub tratament sau spontan, este cu certitudine expresia unui proces inflamator. Opacităţile staţionare sau care manifestă o creştere foarte lentă sînt procese tumorale benigne, în timp ce cele care cresc rapid se datorează tumorilor maligne.

5.3.2. Transparenţele patologice (hipertransparenţele)

Constituie o categorie de modificări elementare exprimate prin accentuarea tansparenţei unei regiuni a plămînului, care depăşeşte în grade diferite tonalitatea normală. Ele traduc în toate cazurile faptul că în calea fasciculului de radiaţii se află o cantitate mai mare de aer sau una mai redusă de ţesuturi.

Hipertransparenţele pulmonare recunosc cauze diferite, deseori asociate, care realizează fie creşterea conţinutului aeric al plămînului, pe un teritoriu de întindere variabilă, fie reducerea numărului sau calibrului vaselor din mica circulaţie; ele pot fi *difuze*, uni- sau bilaterale, sau *circumscrise*.

5.3.2.1. *Hipertransparenţele difuze bilaterale* (generalizate) afectează, mai mult sau mai puţin uniform, ambele arii pulmonare. Potrivit factorilor etio-patogenici cărora se datorează, întîlnim mai multe categorii principale:

a. Hipertransparenţele produse de *criza de astm* şi *bronşiolita copilului* sînt consecinţa spasmului bronhiolar, respectiv al edemului mucoasei bronhiolelor, care creează

în căile respiratorii un obstacol cu caracter de supapă expiratorie şi creşterea consecutivă a cantităţii de aer alveolar. Parenchimul pulmonar nu suferă modificări de structură, iar vascularizaţia rămîne nemodificată.

b. Substratul hipertransparenţei produse de *emfizemul pulmonar* substanţial este reprezentat atît de distensia alveolară, consecinţă a îngustării lumenului bronhiolelor, cît şi de dispariţia unor septuri alveolare, cu formarea de cavităţi aerice de întindere diferită, *bulele de emfizem*. Acestea pot atinge uneori dimensiuni foarte mari, şi, datorită prezenţei unui contur periferic inelar, se individualizează ca hipertransparenţe localizate.

In emfizemul substanţial se produce şi o reducere, în grade diferite, a circulaţiei alveolo-capilare.

c. Hipertransparenţele produse de reducerea *patului vascular*, însoţită frecvent de dezvoltarea deficitară a interstiţiului pulmonar, sînt proprii anomaliilor congenitale (de regulă cianogene) care includ hipoplazia arterei pulmonare sau care reduc considerabil fluxul circulator pulmonar (stenoza de arteră pulmonară, stenoza de tricuspidă). In toate aceste cazuri, distensia alveolară lipseşte.

5.3.2.2. *Hipertransparenţele difuze unilaterale* interesează un singur cîmp pulmonar şi pot fi produse fie de un emfizem funcţional (vicariant), fie de aplazia sau hipoplazia unei ramuri principale a arterei pulmonare (sindromul McLeod).

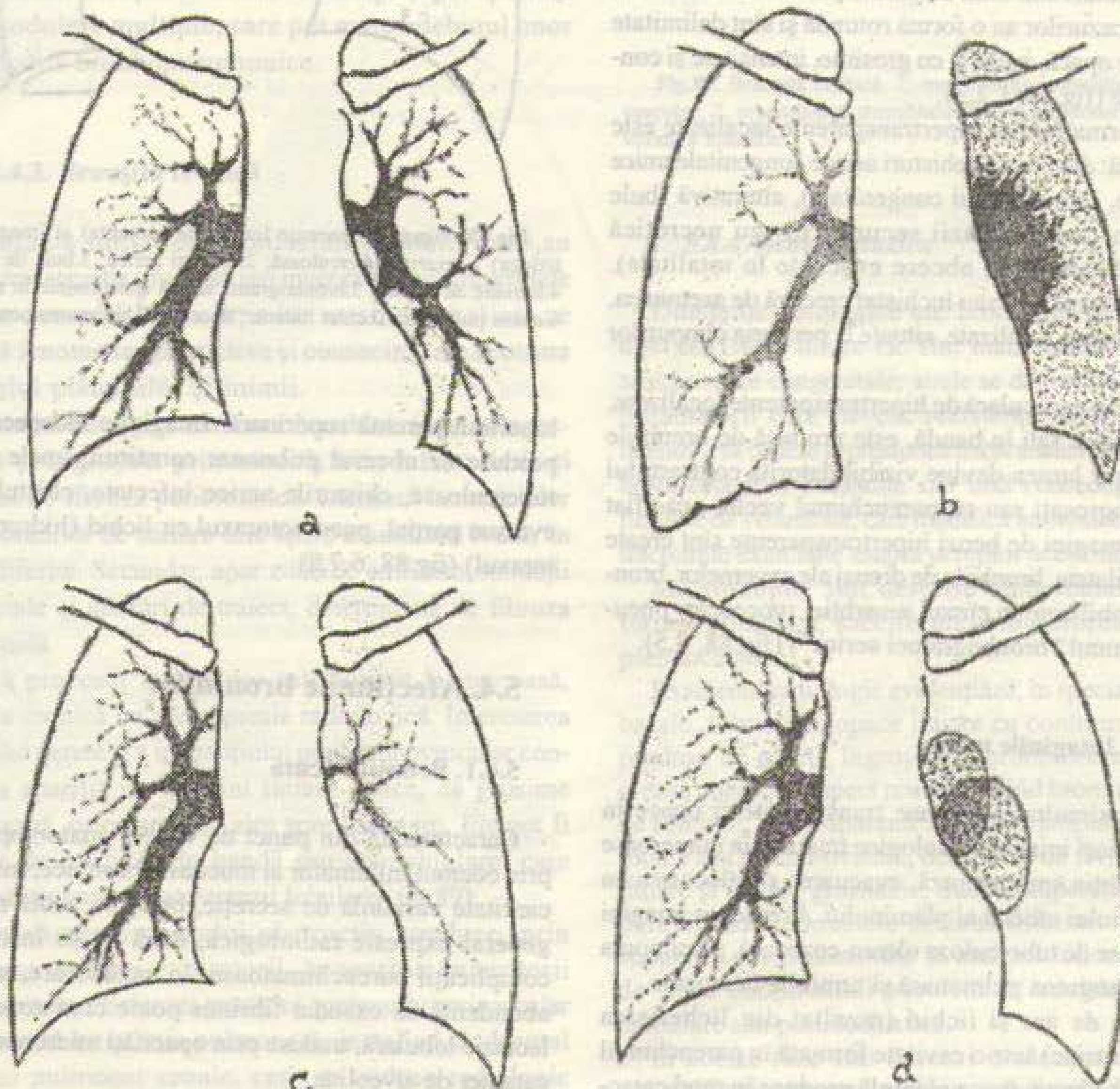


Fig.87. Hipertransparenţe difuze unilaterale a. aspect normal; b.emfizem vicariant al plămînului drept (cancer pulmonar central stîng cu atelectazie); c.sindrom McLeod stîng; d.pneumotorax total stîng.

Pneumotoraxul cu cantitate mare de aer şi presiune intrapleurală ridicată, care colabează în totalitate plămînul, poate produce de asemenea, o hipertransparenţă foarte exprimată, interesînd un hemitorace în întregime. Imaginea este caracterizată prin absenţa totală a opacităţilor vasculare.

Hipertransparenţa difuză unilaterală poate fi simulată de absenţa congenitală a unui muşchi pectoral, de absenţa postoperatorie a unui sîn (după mastectomie), ca şi de asimetria toracelui produsă de o scolioză accentuată.

Diferite forme de hipertransparenţe difuze unilaterale sînt schematizate în fig.87.

5.3.2.3. *Hipertransparenţele localizate* cuprind teritorii de dimensiuni variabile ale plămînului, în care vasele şi celelalte structuri sînt total dispărute şi înlocuite cu aer. In majoritatea cazurilor au o formă rotundă şi sînt delimitate de o imagine opacă, inelară, cu grosime, intensitate şi contururi variate (fig.88, 1,2,3).

Natura formaţiunilor hipertransparente localizate este foarte diferită: displazică (chisturi aerice congenitale unice sau multiple, bronşiectazii congenitale), alterativă (bule de emfizem, bronşiectazii secundare) sau necrotică (caverne tuberculoase, abcese evacuate în totalitate). Pneumotoraxul parţial sau închistat creează de asemenea, hipertransparenţe localizate, situate la periferia cîmpurilor pulmonare.

O categorie particulară de hipertransparenţe localizate, de formă liniară sau în bandă, este produsă de bronhiile aerate al căror lumen devine vizibil datorită contrastului cu pereţii îngroşaţi sau cu parenchimul vecin, opacifiat patologic. Imagini de benzi hipertransparente sînt create de bronhii dilatate, bronhiile de drenaj ale cavernelor, bronhiile permeabilizate în cursul resorbţiei proceselor pneumonice (semnul "bronhogramei aerice") (fig.88, 4,5).

5.3.3. Imaginile mixte

Prezenţa simultană de zone transparente şi opace în cadrul aceleiaşi imagini patologice traduce, în numeroase cazuri, evoluţia spre necroză, evacuarea şi înlocuirea cu aer a teritoriului afectat al plămînului. Asemenea imagini pot fi produse de tuberculoza ulcero-cazeoasă, pneumonia abcedată, gangrena pulmonară şi tumorile necrozate.

Prezenţa de aer şi lichid (rezultat din lichefierea ţesutului necrotic) într-o cavitate formată în parenchimul pulmonar sau în cavitatea pleurală produce în mod caracteristic *imaginea hidroaerică*, marcată de existenţa unui contur liniar perfect orizontal sau în formă de menisc, care separă o zonă opacă (siatuată inferior) de o zonă hipertransparentă superioară. Imaginile hidroaerice sînt produse de abcesul pulmonar constituit, unele caverne tuberculoase, chisturile aerice infectate, chistul hidatic evacuat parţial, pneumotoraxul cu lichid (hidropneumotoraxul) (fig.88, 6,7,8)

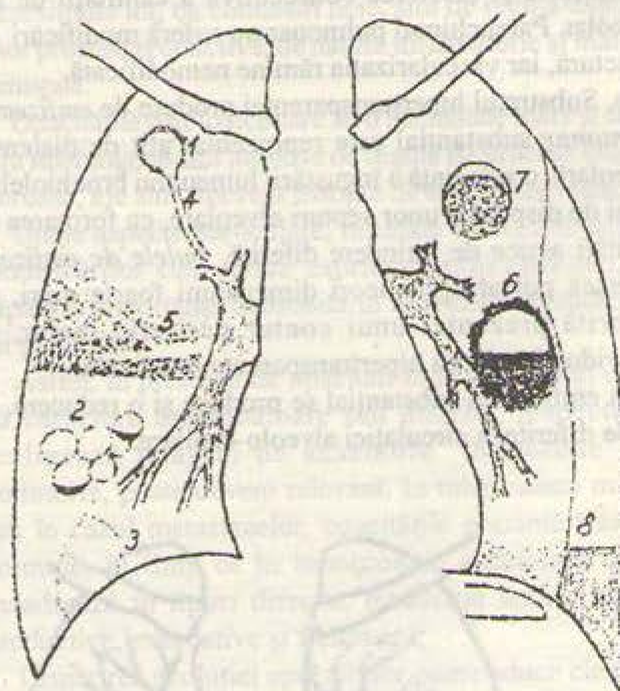


Fig.88. Hipertransparenţe localizate (dreapta) şi imagini mixte (stînga) 1.cavernă tuberculoasă; 2.chisturi aerice; 3.bulă de emfizem; 4.bronhie de drenaj; 5.bronhogramă aerică (pneumonie în rezoluţie); 6.abces pulmonar; 7.chist hidatic "fisurat"; 8.hidropneumotorax.

5.4. Afecţiunile bronhiilor

5.4.1. Bronşita acută

Caracterizată din punct de vedere anatomopatologic prin edemul inflamator al mucoasei bronhice, însoţit de o cantitate variabilă de secreţie, bronşita acută nu are în general expresie radiologică, dacă nu se însoţeşte de complicaţii parenchimatoase. In cazuri rare, producţia abundentă de exsudat fibrinos poate crea zone de atelectazie lobulară, traduse prin opacităţi micronodulare cu caracter de alveolită.

In prezenţa unui tablou clinic alarmant, examenului radiologic îi revine rolul de a exclude alte afecţiuni acute ale plămînului.

5.4.2. Bronşiolita acută

Apanaj al vîrstei de pînă la 2 ani, bronşiolita acută este produsă de infecţia cu diferite virusuri (gripal, sinciţial, adenovirus etc.).

Ca manifestare morfo-patologică, bronhiile apar pline cu exsudat, iar pereţii lor şi interstiţiul peribronhovascular infiltrate inflamator; vasele sînt turgescente, cu aspect hiperemic.

Din punct de vedere radiologic, pe fondul unei hipertransparenţe moderate a cîmpurilor pulmonare produse de emfizem, se evidenţiază imagini vasculare de intensitate crescută, mai ales în regiunile perihilare, datorate hiperemiei inflamatorii şi unui grad de hipertensiune tranzitorie. In cursul evoluţiei, apar opacităţi micronodulare multiple, care pot marca debutul unor complicaţii bronhopneumonice.

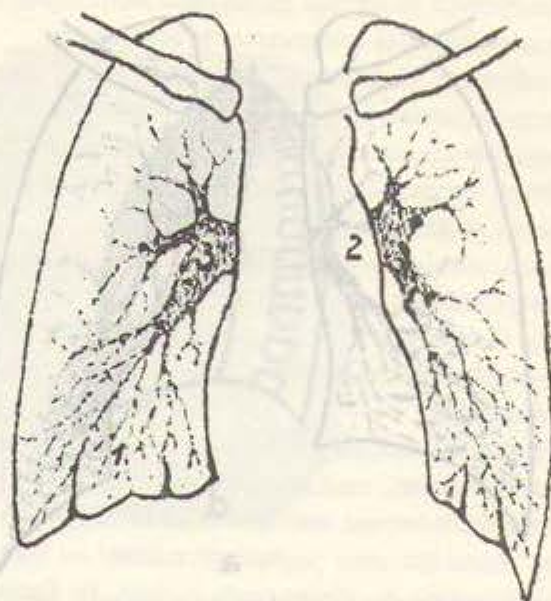


Fig.89. Bronşită cronică. 1. modificarea interstiţiului peribronhovascular; 2. proeminenţa trunchiului arterei pulmonare; 3. mărirea de volum a hilurilor.

5.4.3. Bronşita cronică

Dominate iniţial de manifestări catarale, care au ca substrat secreţia mucoasă sau mucopurulentă, bronşitele cronice dezvoltă în evoluţia lor un sindrom clinic ce reflectă fenomene obstructive şi consecinţe ale acestora la nivelul plămînilor şi inimii.

Anatomo-patolgic, mucoasa bronhică apare congestionată şi îngroşată prin modificările inflamatorii şi procesul de fibroză peribronhică. Lumenul bronhiolelor şi al bronhiilor de calibru mic apare neuniform redus, în grade diferite. Secundar, apar zone de emfizem, retracţii cicatriciale şi alterări de traiect, determinate de fibroza interstiţială.

Dacă procesul inflamator este limitat la mucoasă, bronşita cronică nu are expresie radiologică. Interesarea întregului perete şi a interstiţiului peribronhovascular conduce la apariţia de imagini liniare opace, de grosime neuniformă, orientate mai ales spre diafragm. Ele pot fi însoţite de opacităţi în bandă sau triunghiulare, care exprimă prezenţa de atelectazii lobulare (fig.89).

Dezvoltarea procesului obstructiv conduce, prin instalarea supapei expiratorii, la apariţia de teritorii emfizematoase. Scleroza ţesutului conjunctiv perivascular îngreunează circulaţia pulmonară, instalînd sindromul cordului pulmonar cronic, care se traduce radiologic prin mărirea hilurilor şi proeminenţa arterei pulmonare (fig.89).

5.4.4. Bronşiectaziile

Dilataţiile patologice ale bronhiilor recunosc cauze diferite. Unele dintre ele sînt malformaţii structurale şi arhitectonice congenitale; altele se datorează unor procese inflamatorii care slăbesc rezistenţa pereţilor bronhici, făcîndu-i să cedeze la presiunea intracanaliculară. Majoritatea bronşiectaziilor dobîndite sînt însă consecinţa proceselor fibroase de vecinătate, care modifică lumenul bronhiilor prin tracţiunile exercitate asupra pereţilor acestora.

Macroscopic, sînt descrise numeroase variante de formă: cilindrice, sacciforme, moniliforme, ampulare, pseudochistice.

Examenul radiologic evidenţiază, în special în regiunile bazale, formaţiuni opace liniare cu contururi neregulate, produse de pereţii îngroşaţi ai bronhiilor afectate, care crează uneori un aspect reticular. Cînd bronhiile sînt golite de conţinut, devin aparente zone de transparenţă crescută, liniare sau rotund-ovalare, delimitate de formaţiuni opace liniare şi inelare grosolane, traducînd pereţii îngroşaţi ce delimitează conductele aeriene dilatate. In fazele de supuraţie pot fi observate şi imagini hidroaerice, create de staza conţinutului purulent în cavităţile formelor ampulare sau pseudochistice.

In aceste faze sînt deseori evidenţiate complicaţii parenchimatoase peribronhice, sub formă de procese de alveolită, care pot crea aspecte similare celor întîlnite în unele pneumopatii acute.

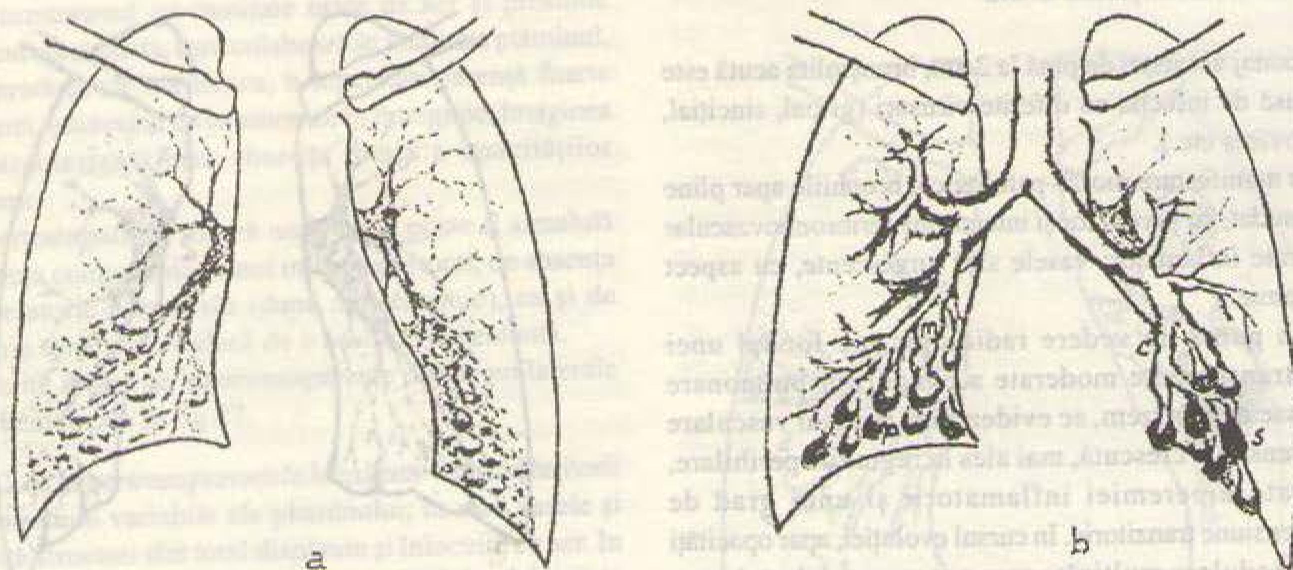


Fig.90. Aspecte radiografice (a) produse de dilataţiile bronhice; bronhografia (b) evidenţiază la nivelul regiunilor bazale bronşiectazii de tip moniliform (m), pseudochistic (p), cilindric (c), sacciform (s).

Tomografia şi în special bronhografia completează substanţial datele radiografice, precizînd forma şi dimensiunile formaţiunilor bronhice dilatate.

Lumenul bronhiei dilatate, evidenţiat prin aceste tehnici, se termină brusc, sub forma unui bot rotunjit; el este lipsit de diviziuni laterale şi terminale (acestea sînt obturate prin ţesut de granulaţie). Cavităţile pseudochistice, adesea de mari dimensiuni, înlocuiesc teritorii importante de ţesut parenchimatos.

5.4.5. Atelectazia

Este un sindrom morfofuncţional consecutiv obstrucţiei căilor aeriene, care determină suprimarea ventilaţiei pe un anumit teritoriu al plămînului. In acest teritoriu circulaţia este păstrată; aerul inspirat nu mai pătrunde însă în alveole, iar cel preexistent în acestea se resoarbe. Colabarea consecutivă a pereţilor alveolari conduce la diminuarea volumului regiunii pulmonare interesate. Aceasta stă la baza caracterului retractil al atelectaziei, resimţit şi de structurile şi organele din vecinătate (scizuri, diafragm, mediastin, pereţi toracici), care sînt deplasate spre teritoriul atelectatic. Distensia compensatorie ("emfizemul compensator") se poate manifesta în vecinătate sau la distanţă, pe întinderi variabile ale regiunilor pulmonare indemne.

Obstrucţia lumenului bronhic, care conduce la instalarea atelectaziei, poate fi de natură intrinsecă (corpi străini, tumori cu dezvoltare intrabronhică) sau extrinsecă (compresii ale pereţilor bronhici prin procese tumorale vecine, anevrisme aortice, adenopatii voluminoase).

Radiologic, regiunea atelectatică apare ca o opacitate de intensitate medie sau mare, omogenă, însoţită de reducerea dimensională a teritoriului afectat. Acesta poate fi reprezentat de teritorii funcţionale de întindere variabilă (lobuli, un segment, un lob sau un plămîn în întregime).

Intr-o fază incipientă, incompletă, a obstrucţiei, examenul tomografic evidenţiază uneori devierea vaselor şi bronhiilor, aglomerate în teritoriul redus de volum.

In forme cu evoluţie lungă, retracţia teritoriului respectiv este accentuată de instalarea unor procese fibroase.

Sediul şi întinderea procesului atelectatic determină particularităţi de formă, dispoziţie şi dimesiuni ale imaginii opace, ca şi caracterele modificărilor indirecte (fig.91): deplasări ale scizurilor, ridicarea unui hemidiafragm, tracţiunea în sens apical sau bazal a unui hil, deplasarea parţială sau totală a mediastinului spre partea afectată, diminuarea în înălţime a spaţiilor intercostale, "hernia" plămînului controlateral.

Atelectazia lobului mijlociu, produsă de adenopatii, procese inflamatorii endo- şi peribronhice sau tumori, realizează aşa-numitul "sindrom de lob mediu", entitate nosologică clinico-radiologică. Atelectaziile prin spasm al parenchimului pulmonar constituie o manifestare particulară, care are ca substrat un dezechilibru neuro-vegetativ, materializat probabil pe calea inervaţiei

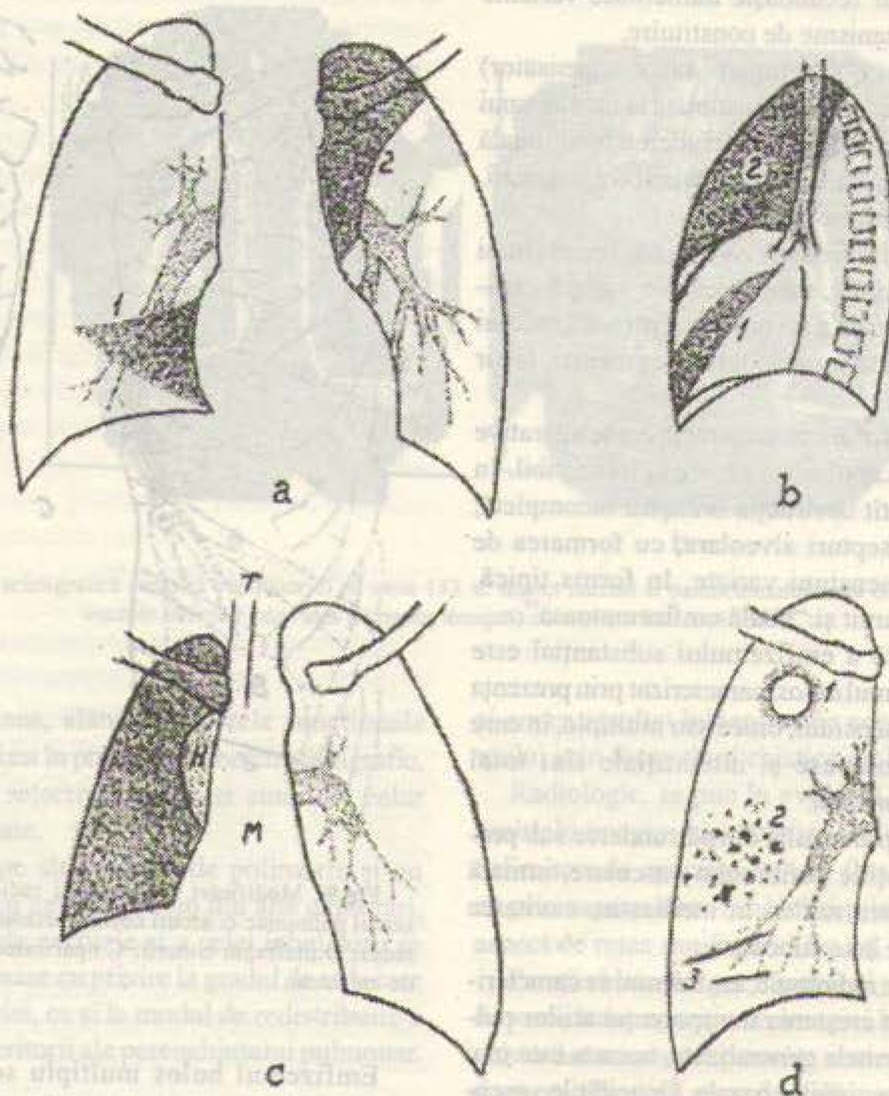


Fig.91. Imagini produse de atelectazie a şi b: atelectazia lobului mediu (1) şi lobului superior (2), de faţă şi de profil; c: atelectazie totală a plămînului drept, cu deplasarea traheei (T), mediastinului (M) şi herniere a plămînului controlateral (H); d: forme particulare de atelectazie: colaps pericavitar (1), atelectazii parcelare (2), atelectazii lamelare (3).

metamerice. Principalele forme sînt reprezentate de atelectaziile *parcelare* (subsegmentare, lobulare sau acinoase) (fig.91 d,2) şi de atelectaziile *lamelare* sau *discoidale* (Fleischner). Acestea din urmă se traduc prin opacităţi liniare sau în bandă, cu traiect orizontal, dispunse în regiunile bazale ale plămînului (fig.91, d,3). Apar de regulă în procese traumatice, inflamatorii sau tumorale ale abdomenului şi se consideră manifestări reflexe, soldate cu spasme ale parenchimului pulmonar.

Spre deosebire de atelectazie, colapsul pulmonar reprezintă reducerea conţinutului aeric al plămînului, datorată compresiei exterioare. Intrucît bronhiile aferente rămîn permeabile, aerul intraalveolar nu se resoarbe, iar tendinţa de reexpansiune spontană a parenchimului pulmonar este conservată. In mod obişnuit, colapsul este consecinţa pneumotoraxului.

Colapsul pericavitar este caractersitc unor caverne recent constituite; se traduce radiologic prin apariţia unei opacităţi inelare de intensitate slabă, care delimitează hipertransparenţa produsă de conţinutul aeric al cavităţii (fig.91, d,1)

5.5. Emfizemul pulmonar

Este starea patologică a plămînului caracterizată prin creşterea conţinutului său în aer, datorată supradistensiei alveolare sau alterării ţesutului elastic, care poate evolua pînă la dispariţia unor septuri alveolare şi formarea de cavităţi de dimensiuni diferite.

Emfizemul pulmonar recunoaşte numeroase variante anatomo-clinice şi mecanisme de constituire.

Emfizemul *vicariant* ("funcţional" sau compensator) reprezintă supradistensia alveolară instalată la nivelul unui lob sau plămîn, care compensează excluderea funcţională a lobului vecin sau plămînului controlateral (în agenezii, displazii, atelectazii, fibroze întinse).

Emfizemul *obstructiv circumscris* este consecinţa unui obstacol bronhic incomplet, care creează o supapă expiratorie şi distensia în exces a alveolelor. Potrivit gradului de mărime a bronhiei interesate, poate fi segmentar, lobar sau pulmonar.

Emfizemul *substanţial* are ca substrat procese alterative de natură variată, care evoluează cronic şi ireversibil. In apariţia lui intervine atît obstrucţia bronşică incompletă, cît şi dispariţia unor septuri alveolare, cu formarea de cavităţi aerice de dimensiuni variate. In forma tipică, generalizată, este denumit şi "boală emfizematoasă".

O formă particulară a emfizemului substanţial este reprezentată de emfizemul *bulos*, caracterizat prin prezenţa de cavităţi de mari dimensiuni, unice sau multiple, în care structurile parenchimatoase şi interstiţiale sînt total dispărute, *bulele de emfizem*.

Emfizemul *interstiţial* rezultă din pătrunderea sub presiune a aerului în spaţiile peribronho-vasculare, urmată de obicei de difuziunea rapidă în mediastin, cavitatea pleurală sau ţesuturile laxe subcutane.

Din punct de vedere radiologic, emfizemul se caracterizează în principal prin creşterea transparenţei ariilor pulmonare afectate; în formele generalizate, aceasta este mai net vizibilă la nivelul regiunilor bazale. Opacităţile vasculare, deşi de calibru redus în formele de emfizem substanţial avansat, apar mai bine conturate, datorită contrastului cu fondul hipertransparent pe care se proiectează.

De importanţă uneori decisivă în stabilirea diagnosticului radiologic de emfizem şi în precizarea formei şi stadiului evolutiv este evidenţierea modificărilor însoţitoare, de ordin static şi dinamic. Acestea constau din orizontalizarea arcurilor costale, lărgirea cavităţii toracice şi coborîrea diafragmului (fig.92). Amplitudinea mişcărilor respiratorii ale arcurilor costale şi diafragmului este redusă în grade diferite; în formele grave, toracele în ansamblu creează impresia de rigiditate. In emfizemul obstructiv unilateral, mediastinul este deplasat spre hemitoracele în care se situează procesul patologic obstructiv, iar în inspir pendulează de aceeaşi parte.

Bula de emfizem se prezintă ca o imagine hipertransparentă, lipsită de structură, înconjurată de un inel opac foarte fin, uneori greu vizibil; ea poate atinge dimensiuni gigantice, pînă la înlocuirea unui întreg plămîn (pneumatocel).

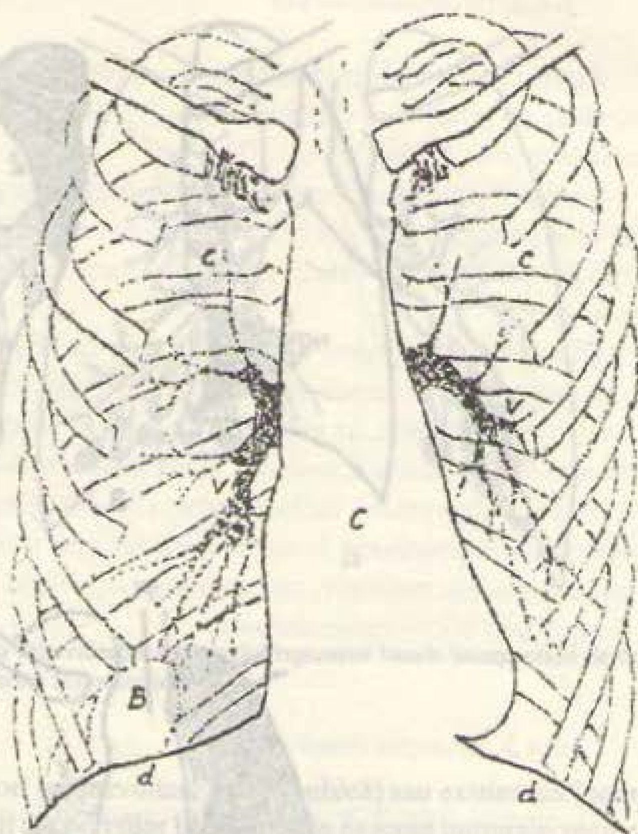


Fig.92 Modificări ale imaginii radiologice produse de emfizemul pulmonar. c: arcuri costale orizontalizate; v: vase de calibru redus; D:diafragm coborît; C:opacitatea cardiacă îngustă; B:bulă de emfizem.

Emfizemul bulos multiplu se caracterizează prin prezenţa de numeroase zone de transparenţă crescută, cu pereţi inelari şi subţiri.

Unele dintre principalele trăsături radiologice ale emfizemului sînt schematizate în fig.92.

5.6. Bronhopneumopatia cronică obstructivă (BPOC)

Această denumire generică se referă la o varietate de manifestări clinice, avînd ca substrat procese spastice, inflamatorii şi degenerative ale bronhiilor, la care se poate asocia şi emfizemul pulmonar.

In afara elementelor de diagnostic pe care le oferă examenul radiologic (şi care rezultă din noţiunile prezentate în paragrafele anterioare), o importanţă decisivă pentru evaluarea gravităţii stării existente şi a prognosticului este atribuită informaţiilor cu privire la circulaţia (perfuzia) şi ventilaţia pulmonară, proprii cazului

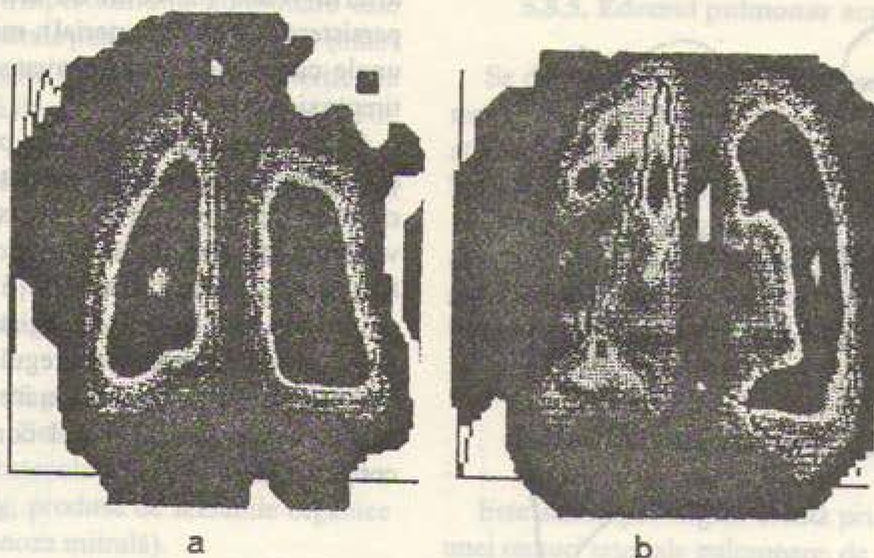


Fig.93. Investigare scintigrafică (tehnică ventilatorie) cu neon 133. a: aspect normal al parenchimului celor doi plămîni; b: parenchim ventilat deficitar (mai ales pe partea dreaptă) cu repleţie întîrziată (BPOC).

investigat. In acest sens, alături de testele funcţionale "clasice", este larg utilizat în prezent examenul scintigrafic, practicat prin tehnici selective, adecvate studiului celor două aspecte menţionate.

Deşi datele rezultate sînt extrem de polimorfe şi nu întotdeauna în acord cu cele ce provin din alte explorări, pe calea scintigrafiei de perfuzie şi a celei inhalatorii se pot obţine relaţii valoroase cu privire la gradul de reducere a circulaţiei şi ventilaţiei, ca şi la modul de redistribuire a acestora în diferitele teritorii ale parenchimului pulmonar.

5.7. Chisturile aerice

Formaţiuni solitare sau multiple, chisturile aerice cu dezvoltare intrapulmonară sînt malformaţii structurale care constau din lipsa de formare a parenchimului aferent unei bronhii şi prin dilatarea lumenului acesteia, pînă la apariţia unei cavităţi de dimensiuni variabile, plină cu aer.

Chistul aeric *solitar* apare radiologic ca o imagine hipertransparentă rotundă, dispusă în plin ţesut pulmonar normal, delimitată la exterior printr-un perete propriu subţire, de intensitate medie (fig.94, 1); poate atinge dimensiuni considerabile (mai ales dacă se produce o supapă expiratorie) şi, în acest caz, deplasează prin împingere structurile vasculare vecine.

Chisturile aerice *multiple* sînt de regulă apanajul aşa-numitei "boli chistice" a plămînului. In cadrul acesteia, displazia chistică bronho-parenchimatoasă interesează teritorii uneori foarte întinse ale unuia sau ambilor plămîni şi are ca rezultat înlocuirea pe aceste teritorii a parenchimului prin formaţiuni chistice multiple.

Radiologic, se pun în evidenţă, pe întinderi variabile, multiple imagini hipertransparente, rotunde sau ovalare, delimitate de opacităţi inelare fine, regulate, ce pot realiza prin suprapunere (uneori şi prin apăsare reciprocă) un aspect de reţea sau fagure (fig.94, 2).

Pereţii chisturilor pot fi îngroşaţi prin procese inflamatorii de vecinătate; apariţia de imagini hidroaerice în interiorul chisturilor marchează prezenţa unei cantităţi de lichid, produs de suprainfecţie şi staza parţială a secreţiei.

Pe teritoriul afectat, imaginile vasculare sînt reduse numeric şi dimensional sau nu pot fi puse în evidenţă. In cazul în care displazia interesează un plămîn în întregime ("plămînul polichistic"), acesta apare redus de volum.

5.8. Stările patologice ale vaselor pulmonare

5.8.1. Oligohemia

Defineşte volumul redus al circulaţiei pulmonare, atît în sectorul ei arterial, cît şi în cel venos. In afara cazurilor de aplazie şi hipoplazie a arterei pulmonare, însoţeşte afecţiunile cardiace (în marea lor majoritate de natură congenitală) în care debitul ventriculului drept este scăzut (stenoza de tricuspidă şi de arteră pulmonară).

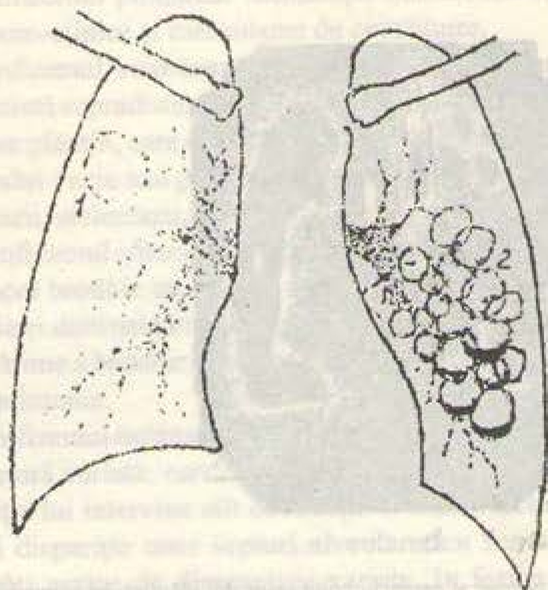


Fig.94. Chisturi aerice. 1. chist solitar; 2. chisturi multiple.

Radiologic, imaginile hilurilor au dimensiuni mici, iar opacităţile vasculare sînt înguste, reduse numeric şi pot fi evidenţiate numai în regiunile perihilare (fig.95, a).

5.8.2. Hiperemia

Traduce starea hemodinamică dominată de sporirea fluxului arterial pulmonar. Este proprie afecţiunilor congenitale ale cordului în care se creează un scurt-circuit arterio-venos (defectul de sept atrial şi ventricular, persistenţa canalului arterial); mai poate fi observată în unele cazuri de emfizem avansat cu hipoxemie şi de tireotoxicoză gravă.

Se caracterizează radiologic prin prezenţa unor hiluri şi imagini vasculare ce păstrează toate trăsăturile normale, cu particularitatea că au dimensiuni mai mari şi pot fi vizibile pînă la periferia cîmpurilor pulmonare. Examenul kimografic evidenţiază pulsaţiile proprii ale arterelor pulmonare, care nu pot fi înregistrate în condiţii normale.

In afara imaginilor, de regulă foarte pregnante, ale hilurilor şi vaselor pulmonare (fig.95, b), imaginea cardiacă prezintă aspectul corespunzător anomaliei congenitale prezente.

5.8.3.Hipertensiunea

Hipertensiunea arterială pulmonară este urmarea creşterii rezistenţei în segmentul corespunzător al micii circulaţii; recunoaşte, sub aspect etiopatogenic, mai multe tipuri. Tipul *activ* este consecinţa proceselor pulmonare cronice (fibroze întinse, emfizem etc.), care se soldează cu reducerea ireversiblă a patului circulator. Tipul *pasiv* sau *secundar* reprezintă starea spastică a arteriolelor pulmonare, determinată de staza venoasă pronunţată; această stare are un efect protector asupra circulaţiei supraalveolare ("al doilea baraj circulator" din stenoza mitrală). Tipul *hipercinetic* este întîlnit în unele forme de hiperemie; se instalează pe aceeaşi cale reflex-spastică şi are ca rezultat, de asemenea, reducerea circulaţiei arteriale supraalveolare.

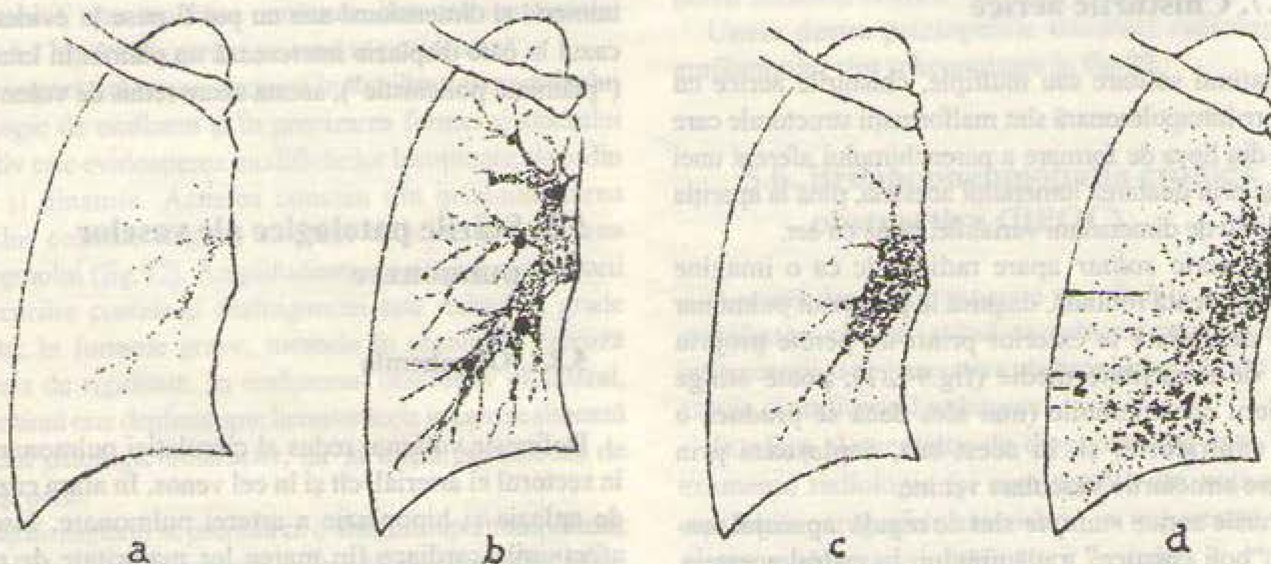


Fig.95. Aspecte radiologice în tulburările hemodinamice ale circulaţiei pulmonare a: oligohemie; b: hiperemie; c: hipertensiune; d: stază (1. transsudate alveolare; 2. linii Kerley B).

Radiologic, aspectul hipertensiunii pulmonare este destul de caracteristic: arterele pulmonare proximale (hiluri şi ramuri lobare) sînt lărgite, în timp ce arterele periferice suferă o reducere bruscă de calibru, realizînd aspectul de "amputare" (fig.95, c).

Imaginea cordului este modificată în principal prin proeminenţa trunchiului arterei pulmonare.

5.8.4. Staza pulmonară

Reprezintă starea creată prin creşterea conţinutului şi presiunii intravenoase. Poate însoţi decompensările ventriculului stîng sau obstacolele în calea golirii venelor pulmonare în atriul stîng, produse de leziunile organice ale orificiului mitral (stenoza mitrală).

Aspectul radiologic al stazei pulmonare este variabil, în funcţie de gradul de dezvoltare şi durata evoluţiei. Iniţial, hilurile şi imaginile vasculare apar crescute în calibru şi intensitate; apariţia unui transsudat interstiţial produce apoi ştergerea contururilor acestora. Infiltraţia interstiţiului peribronho-vascular periferic şi a celui perilobular duce la vizibilizarea lui şi la apariţia unui desen în reţea la periferia cîmpurilor pulmonare. In formele avansate apar transsudate alveolare, traduse prin opacităţi micronodulare, cu aspet bronhopneumonic, localizate perihilar şi la baze (fig.95, d). Apariţia liniilor B ale lui Kerley (fig.95, d) traduce staza limfatică însoţitoare.

In formele vechi de stază, impregnarea celulelor alveolare cu pigmenţi sanguini produce o fibroză reactivă în microfocare, *hemosideroza*, care creează un aspect radiologic asemănător cu tuberculoza miliară.

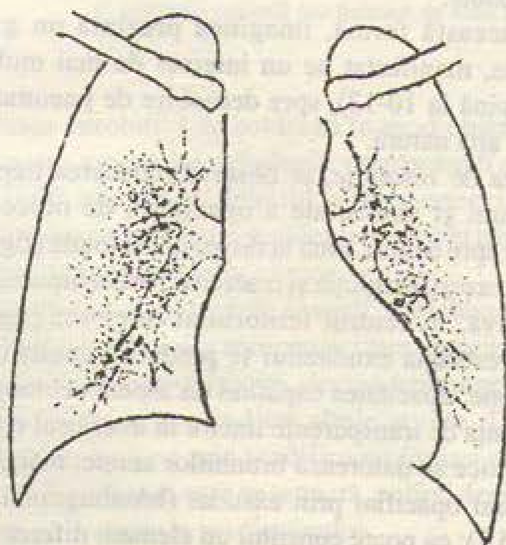


Fig.96. Edemul pulmonar acut hemodinamic (decompensare acută a ventriculului stîng).

5.8.5. Edemul pulmonar acut

Se datorează creşterii bruşte a presiunii de filtrare prin membrana alveolară (în cazul decompensării ventriculului stîng sau în stenoza mitrală), respectiv creşterii permeabilităţii capilare (în edemul renal, alergic sau toxic).

Transvazarea conţinutului vascular în alveole se exprimă radiologic prin opacităţi difuze, de intensitate slabă, confluente, dispuse pe teritorii de întindere variabilă în vecinătatea hilurilor sau la baze (fig.96.)

5.8.6. Infarctul pulmonar

Este starea patologică creată prin obstrucţia bruscă a unei ramuri arteriale pulmonare, de dimensiuni variabile. Se datorează emboliei sau trombozei arterei respective, urmată de instalarea unui tablou clinic deosebit de pregnant, uneori dramatic.

In urma obstrucţiei ramurii arterei pulmonare se produce o revărsare a sîngelui din arterele bronhice corespunzătoare teritoriului respectiv în capilare, urmată de transvazare şi constituirea pe acest teritoriu a unei alveolite hemoragice.

Aspectul radiologic al infarctului pulmonar depide de dimensiunile şi localizarea lui. Atunci cînd ocupă o porţiune importantă dintr-un segment, apare ca o opacitate segmentară, de intensitate medie, cu structură omogenă, asemănătoare celei a unui proces penumonic (fig.97). Dacă teritoriul afectat este de dimensiuni mai mici, se poate traduce printr-o opacitate neregulat rotundă sau ovalară. Prezenţa simultană de infarcte multiple, de mici dimensiuni, este posibilă, imaginea realizată fiind uneori greu de diferenţiat de cea a unei bronhopneumonii.

In evoluţie, infarctul se poate complica cu un revărsat lichidian pleural sau o supuraţie a teritoriului respectiv, cu formarea unui abces (fig.97, c). Etapele evolutive finale pot fi reprezentate de rezoluţia completă sau cu fibroza parenchimului afectat.

In studiul trombo-embolismului pulmonar, *examenul scintigrafic de perfuzie* (uneori şi cel de ventilaţie) îşi poate aduce, în mod logic, contribuţia, evidenţiind "zonele reci" (care şi-au pierdut circulaţia) ale parenchimului pulmonar. Obstrucţia arterelor de dimensiuni mari (trunchi principal, artere lobare) este foarte bine pusă în evidenţă; cea a ramurilor periferice rămîne însă mai dificil şi mai puţin sigur reprezentată.

Scintigramele trebuie să fie întotdeauna interpretate cu prudenţă şi într-un context clinic bine conturat, întrucît şi alte condiţii patologice (cancerul bronho-pulmonar,

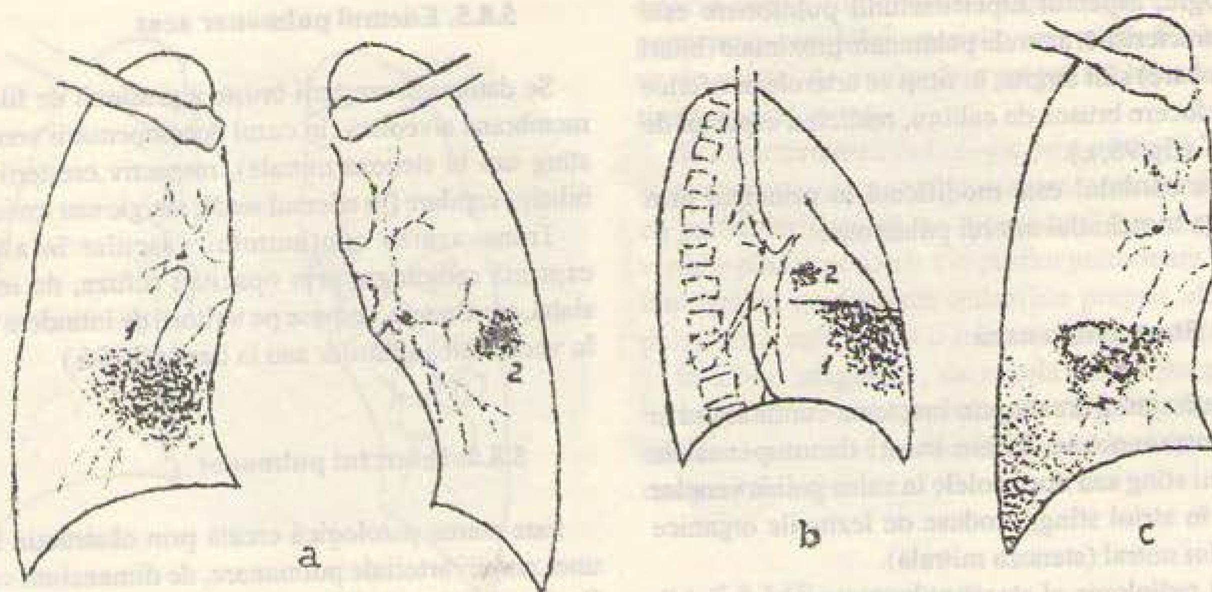


Fig.97. Infarct pulmonar de dimensiuni cvasi-segmentare (1) şi de dimensiuni mici (2), pe radiografia de faţă (a) şi de profil (b); evoluţie spre abcedare şi complicare cu un revărsat lichidian pleural (c).

teritoriile fibroase, astmul, emfizemul) pot crea imagini foarte asemănătoare.

Investigarea radioizotopică se vădeşte foarte utilă în urmărirea evoluţiei infarctului, evidenţiind cu claritate refacerea circulaţiei în teritoriul afectat.

5.9. Pneumopatiile acute

5.9.1. Pneumonia acută tipică (cu pneumococ)

Este forma întîlnită în majoritatea cazurilor de pneumonii bacteriene ale adultului. Din punct de vedere anatomopatologic, pneumonia tipică recunoaşte patru etape evolutive distincte. In faza iniţială, de *congestie*, alveolele apar pline cu un exsudat sero-albuminos, care cuprinde hematii, celule alveolare, polinucleare şi germeni patogeni. In faza de *hepatizaţie roşie*, conţinutul alveolar se organizează într-un coagul fibrinos. In condiţii evolutive obişnuite, urmează faza de *resorbţie*, în care cheagul se lichefiază şi se elimină, structurile pulmonare recăpătînd aspectul normal iniţial. Dacă resorbţia nu se produce, se instalează faza de *hepatizaţie cenuşie*, cu "carnificarea" ţesutului pulmonar, abcedare sau fibroză.

Complicaţiile posibile ale pneumoniei sînt reprezentate de pleurezii meta- sau parapneumonice, abcedarea sau gangrenarea teritoriului afectat, ca şi de cronicizare şi fibroză.

Aspectul radiologic este variabil, în funcţie de etapa evolutivă în care se practică examenul. In faza de *congestie*, la nivelul regiunii interesate apare o opacitate de intensitate slabă, de formă vag segmentară, difuz delimitată de teritoriile vecine (fig.98, a). In faza de *hepatizaţie roşie* opacitatea creşte în intensitate, căpătînd prin forma ei caractere pregnante de opacitate sistematizată, segmentară sau lobară; ea rămîne imprecis conturată la periferie, cu excepţia cazului în care procesul pneumonic atinge, în dezvoltarea lui, o scizură. In acest caz, pe imaginea de faţă apare un contur liniar net (fig.98, b). Teritoriul afectat, nu prezintă modificări dimensionale.

Sub această formă, imaginea prezintă un grad de stabilitate, manifestat pe un interval de mai multe zile (uneori pînă la 10-12), spre deosebire de pneumopatiile acute de altă natură.

In faza de *rezoluţie*, se observă reducerea treptată în dimensiuni şi intensitate a opacităţii, de obicei de la periferie spre centru, pînă la dispariţia ei totală (fig.98, d). In unele cazuri, rezoluţia şi reaerarea parenchimului încep, dimpotrivă, în centrul teritoriului interesat (fig.98,d); alteori, resorbţia exudatului se produce simultan în mai multe zone, opacitatea căpătînd un aspect neomogen.

Prezenţa de transparenţe liniare în interiorul opacităţii pneumonice se datorează bronhiilor aerate, mărginite de parenchim opacifiat prin exsudat (bronhogramă aerică, fig.98, d,2); ea poate constitui un element diferenţial faţă de alte procese patologice (tumori, afecţiuni pleurale), în care nu este niciodată întîlnită.

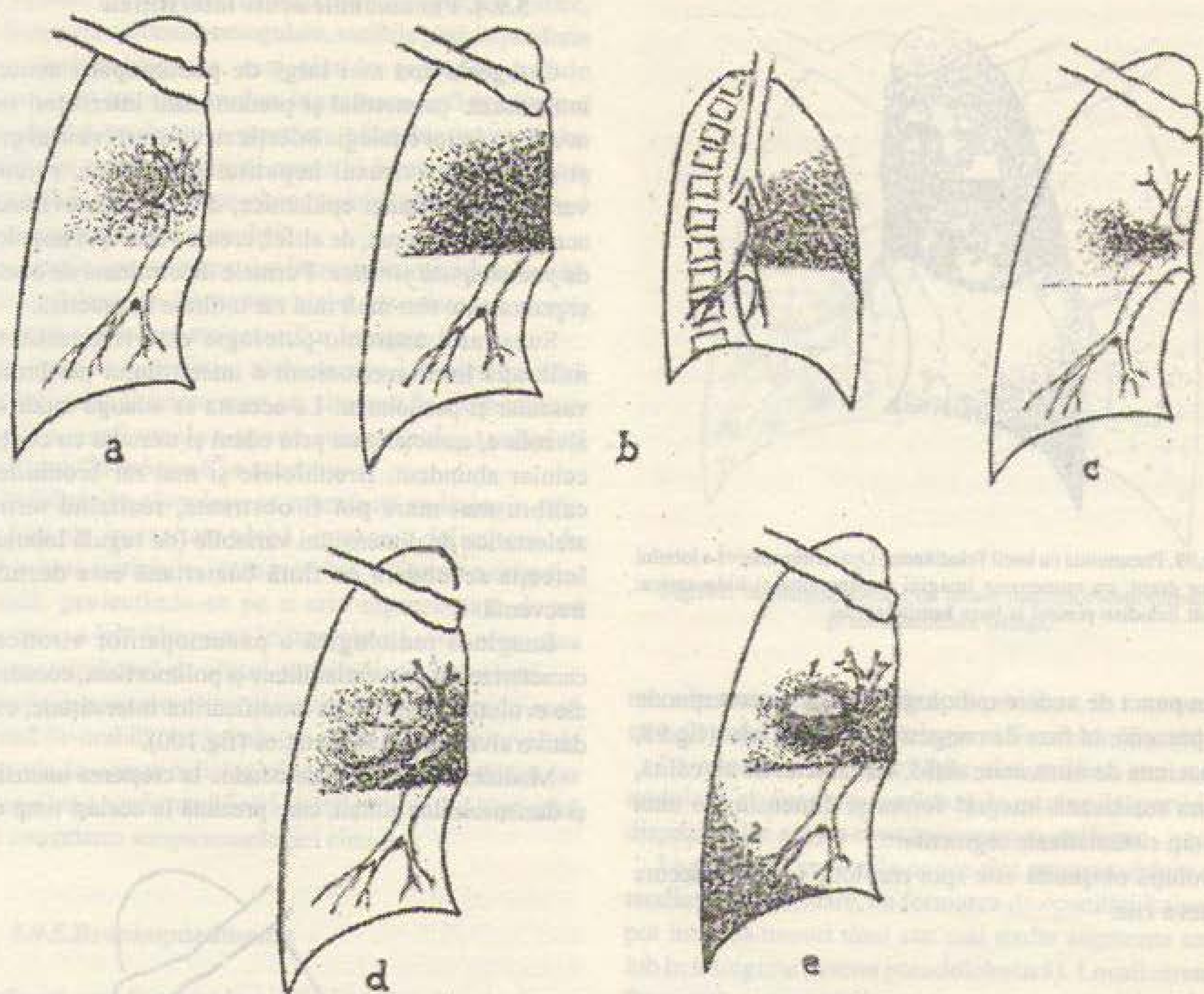


Fig.98. Evoluţia pneumoniei tipice în imaginea radiologică. a: faza de congestie; b: faza de hepatizaţie roşie; c: rezoluţie periferică; d: rezoluţie centrală (cu formare de false imagini cavitare – 1; în 2 "bronhogramă aerică"); e: evoluţie spre abcedare (1) şi pleurezie metapneumonică (2).

Etapa rezolutivă se soldează în mod obişnuit cu normalizarea aspectului radiologic, care poate fi consemnată la 10-20 zile de la debutul clinic; uneori, imaginea păstrează unele trăsături patologice un timp oarecare după amendarea simptomelor clinice.

Instalarea *hepatizării cenuşii* marchează evoluţia procesului pneumonic spre cronicizare: opacitatea persistă dincolo de durata obişnuită, devine neomogenă, cu zone intens opace, alternînd cu altele aerate. Dezvoltarea fibrozei se traduce prin modificarea formei şi volumului teritoriului afectat, care se retractă, putînd deplasa scizura vecină sau organele mediastinului.

In cursul evoluţiei, examenul radiologic poate evidenţia eventualele complicaţii ale pneumoniei: abcedarea, gangrena, dezvoltarea unui emfizem bulos, pleurezia meta- sau parapneumonică, eventual pneumotoraxul (fig.98, e).

5.9.2. Congestia pulmonară

Este un proces inflamator de natură microbiană variată, caracterizat printr-o evoluţie mai scurtă şi mai puţin expresivă clinic în raport cu pneumonia tipică.

Substratul anatomo-patologic este reprezentat de o alveolită sero-fibrinoasă, care nu trece în etapele următoare, proprii pneumoniei, ci evoluează spre rezoluţie. In ansamblu, întregul proces ar putea fi echivalat cu o pneumonie abortivă.

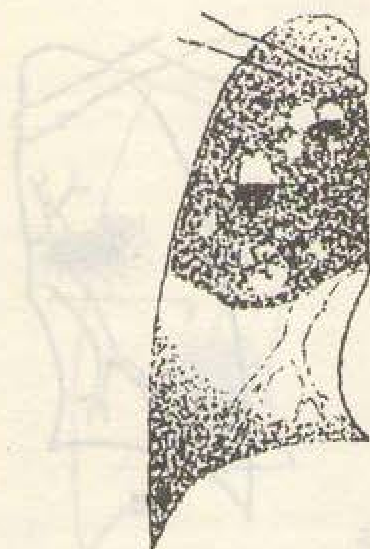


Fig.99. Pneumonia cu bacil Friedländer. Opacifiere masivă a lobului superior drept, cu numeroase imagini transparente şi hidroaerice. Revărsat lichidian pleural la baza hemitoracelui.

Din punct de vedere radiologic, imaginea corespunde celei prezente în faza de congestie a pneumoniei (fig.98, a): opacitate de intensitate slabă, cu caracter de alveolită, care nu realizează integral forma şi dimensiunile unei opacităţi sistematizate segmentare.

Evoluţia obişnuită este spre rezoluţie totală în decurs de cîteva zile.

5.9.3. Pneumonia cu bacil Friedländer (Klebsiella pneumoniae)

Debutează radiologic prin opacităţi nodulare de intensitate relativ mare, care confluează rapid, realizînd opacităţi intense, polisegmentare sau lobare. La baza acestora se situează un exsudat alveolar deosebit de abundent, care măreşte volumul teritoriului interesat.

Procesul de alveolită evoluează rapid spre necroză şi ulcerare, cu formare de cavităţi multiple, confluente; acestea se traduc radiologic prin imagini hipertransparente şi hidroaerice (fig.99).

Destul de frecvent, pot fi evidenţiate complicaţii pleurale: revărsate lichidiene (de obicei purulente), uneori pneumotorax sau piopneumotorax.

Datorită alterărilor parenchimatoase grave şi întinse pe care le produce, pneumonia cu Klebsiella se soldează de obicei cu sechele fibroase, similare celor ale tuberculozei.

5.9.4. Pneumoniile acute interstiţiale

Categoria cea mai largă de pneumopatii acute ce interesează primordial şi predominant interstiţiul recunoaşte ca factor etiologic infecţia cu virusuri (virusul gripal şi paragripal, virusul hepatitei epidemice, rujeolei, varicelei, parotiditei epidemice, diverse adenovirusuri); aceasta a determinat, de altfel, crearea cadrului nozologic de *pneumopatii virotice*. Formele determinate de bacterii şi protozoare sînt mult mai rar întîlnite în practică.

Substratul anatomo-patologic este reprezentat de infiltraţia limfo-monocitară a interstiţiului peribronhovascular şi perilobular. La aceasta se adaugă modificări alveolare, caracterizate prin edem şi exsudat cu conţinut celular abundent. Bronhiolele şi mai rar bronhiile de calibru mai mare pot fi obstruate, realizînd teritorii atelectatice de dimensiuni variabile (de regulă lobulare). Infecţia secundară cu floră bacteriană este destul de frecventă.

Imaginea radiologică a pneumopatiior virotice se caracterizează prin variabilitate şi polimorfism, consecinţe ale evoluţiei simultane a modificărilor interstiţiale, exsudative alveolare şi atelectatice (fig.100).

Modificările interstiţiale conduc la creşterea intensităţii şi dimensiunilor hilului, care prezintă în acelaşi timp con-

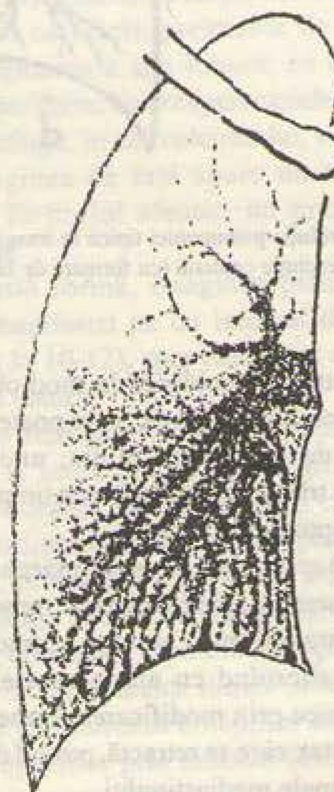


Fig.100. Pneumonie interstiţială.

tururi şterse. De la nivelul lui, se pot urmări opacităţi liniare, sub formă de cordoane neregulate, vizibile pînă la periferia cîmpurior pulmonare, mai ales în regiunile bazale posterioare; acestea traduc îngroşarea inflamatorie a interstiţiului peribronho-vascular. Afectarea interstiţiului perilobular produce imagini opace în forma de reţea, care păstrează în interior zone clare, teritorii alveolare normal aerate (aspect reticulo-areolar).

Imaginile opace liniare sînt frecvent însoţite de opacităţi micronodulare, de intensitate slabă, cu contururi şterse, care traduc prezenţa atelectaziilor lobulare.

In mod caracteristic, atelectaziile lobulare creează opacităţi triunghiulare care se situează la extremitatea distală a cordoanelor opace interstiţiale, realizînd îngroşarea "în măciucă" a acestora.

Modificările alveolare se manifestă radiologic prin opacităţi de intensitate slabă, imprecis delimitate, de dimensiuni variabile, care pot lua o formă neregulat rotundă, proiectîndu-se pe o arie reprezentată de un segment sau lob. Ocuparea în întregime a unor asemenea teritorii marchează de obicei suprainfecţia bacteriană.

Evoluţia pneumopatiior interstiţiale acute este în mod obişnuit favorabilă, încheindu-se clinic într-un interval de cîteva zile. Imaginea radiologică se normalizează însă într-un timp mai lung, unele modificări putînd persista 3-4 săptămîni după amendarea simptomatologiei clinice.

5.9.5.Bronhopneumonia

Intîlnită mai frecvent la copii şi bătrîni, bronhopneumonia cu floră banală este un proces inflamator care interesează atît alveolele, cît şi bronhiolele terminale.

Spre deosebire de pneumonia tipică, leziunile sînt multiple, dispersate pe teritorii întinse, de regulă bilateral, de unde termenul de "pneumonie în focare" utilizat uneori; aceste leziuni pot evolua simultan sau succesiv.

Procesul lezional elementar este reprezentat de un focar de bronhoalveolită. Formaţiunile patologice au dimensiuni diferite (micro- sau macronodulare) şi sînt dispuse în jurul unei bronhiole terminale, care are pereţii infiltraţi inflamator şi lumenul plin cu secreţie purulentă (bronşiolită supurată). Alveolele ce înconjoară bronhiola afectată prezintă, dinspre centru spre periferia focarului, diferite stadii de evoluţie inflamatorie: alveolita supurată, fibrinoasă, catarală sau edematoasă. Capilarele alveolare şi bronhice sînt hiperemice.

Imaginea radiologică se caracterizează prin opacităţi multiple, neregulat rotunde sau ovalare, de dimensiuni diferite, cu contururi şterse; intensitatea acestora este mai mare în centru şi descreşte spre periferie, în concordanţă cu substratul anatomopatologic al focarelor (fig.101).

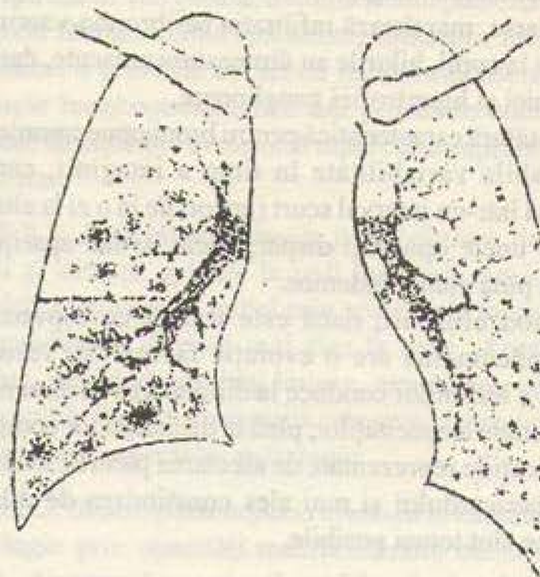


Fig.101. Bronhopneumonie cu focare macronodulare (dreapta) şi micronodulare (stînga).

La copilul mic, opacităţile sînt miliare sau micronodulare şi apar predominant în regiunile perihilare; dispoziţia lor are un caracter oarecum uniform.

La adult, formaţiunile opace sînt macronodulare şi au tendinţa de confluare, cu formarea de opacităţi întinse, ce pot interesa uneori unul sau mai multe segmente sau un lob în întregime (forma pseudolobulară). Localizarea mai frecventă a opacităţilor este reprezentată de regiunile bazale şi şanţurile costo-vertebrale.

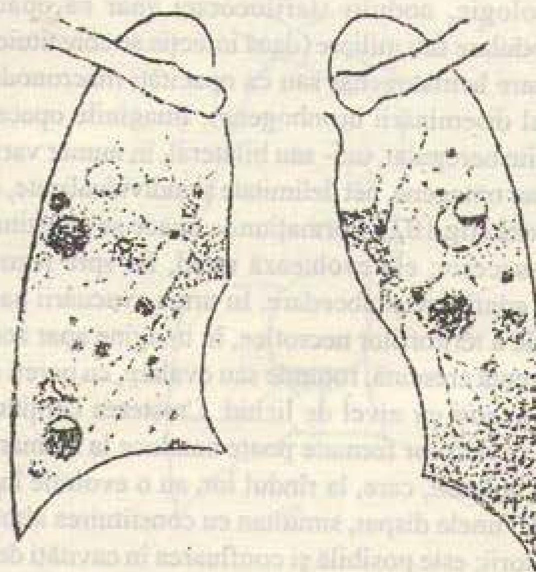


Fig.102. Bronhopneumonie cu stafilococ.

Intensificarea imaginilor vasculare, care capată şi contururi şterse, marchează infiltraţia peribronho-vasculară; mai ales la copil, hilurile au dimensiuni crescute, datorită hiperemiei şi hipertrofiei ganglionare.

O trăsătură caracteristică pentru bronhopneumonie este remarcabila variabilitate în timp a imaginii, care se modifică într-un interval scurt (uneori de la o zi la alta); în timp ce unele opacităţi dispar, altele îşi fac apariţia pe teritorii pînă atunci indemne.

In mod obişnuit, dacă este tratată corespunzător, bronhopneumonia are o evoluţie favorabilă; rezorbţia treptată a leziunilor conduce la diminuarea în dimensiuni şi intensitate a opacităţilor, pînă la dispariţia lor completă. Complicaţiile reprezentate de afectarea pleurei, mediastinului, pericardului şi mai ales constituirea de dilataţii bronhice sînt totuşi posibile.

5.9.6. Pneumonia (bronhopneumonia) stafilococică

Rar întîlnită la adult, bronhopneumonia stafilococică este apanajul noului născut şi copilului de pînă la 7 ani, la care reprezintă cea mai frecventă pneumopatie bacteriană; este aproape întotdeauna secundară unei stafilococii cutanate sau cu altă localizare iniţială. La adulţi, apare mai ales la purtătorii de afecţiuni pulmonare cronice sau la pacienţi în convalescenţă după intervenţii chirurgicale (în multe cazuri prin contaminare intraspitalicească).

Modificarea morfopatologică elementară este *nodulul stafilococic*, un focar de bronhoalveolită care se necrozează rapid transformîndu-se în abces; acesta se evacuează, creînd o cavitate în comunicare cu bronhia.

Radiologic, nodulii stafilococici apar ca opacităţi micronodulare sau miliare (dacă infecţia se constituie prin diseminare hematogenă) sau ca opacităţi macronodulare (în cazul diseminării bronhogene). Imaginile opace sînt distribuite neregulat, uni- sau bilateral, în număr variabil; unele apar omogene, net delimitate şi individualizate, altele confluează (fig.102). Formaţiunile opace se constituie de regulă succesiv; ele evoluează rapid, fie spre rezorbţie, fie spre confluare şi abcedare. In urma evacuării parţiale sau totale a teritoriilor necrotice, în imagine apar zone de transparenţă crescută, rotunde sau ovalare, cu pereţi opaci subţiri, uneori cu nivel de lichid. Creşterea conţinutului aeric al cavităţilor formate poate conduce la formarea de imagini buloase, care, la rîndul lor, au o evoluţie în timp variabilă: unele dispar, simultan cu constituirea altora, pe alte teritorii; este posibilă şi confluarea în cavităţi de mari dimensiuni.

Nodulii stafilococici situaţi superficial pot perfora, în urma abcedării, pleura viscerală, producînd revărsate pleurale purulente sau un piopneumotorax. Complicaţiile pleurale, mai ales revărsatele lichidiene, reprezintă o trăsătură caracteristică a bronhopneumoniei cu stafilococ.

In afara modificărilor descrise, imaginea radiologică mai poate evidenţia prezenţa unui emfizem însoţitor, vizibil în special în regiunile bazale; de asemenea, infiltraţia interstiţiului peribronho-vascular, sub formă de opacităţi liniare, cu contururi şterse. In ansamblu, aspectul radiologic se caracterizează prin polimorfismul remarcabil al imaginii, în care opacităţile se intrică cu hipertransparenţe, prin marea variabilitate în timp, traducînd evoluţia foarte rapidă a leziunilor elementare, ca şi prin prezenţa complicaţiilor pleurale.

5.9.7. Infiltratul labil (fugace) Löffler

Se traduce radiologic printr-o opacitate de formă aproximativ rotundă, dimensiuni variabile (diametrul este de ordinul cîtorva centimetri), cu caractere de alveolită, situată de obicei în unul din cîmpurile pulmonare superioare (fig.103); intensitatea slabă şi contururile şterse crează uneori dificultăţi în evidenţierea ei. Evoluţia este spre rezorbţie şi dispariţie spontană, într-un interval de cîteva zile.

Natura alergică a infiltratului este sugerată de prezenţa unei eozinofilii, uneori importante. Lipsit de gravitate, cu o simptomatologie clinică frustă, infiltratul Löffler prezintă interes în măsura în care poate fi confundat cu alte procese patologice pulmonare (în special cu infiltratul "precoce" tuberculos), care creează imagini foarte asemănătoare.



Fig.103. Infiltrat fugace Löffler.

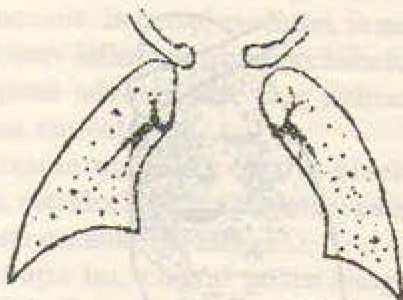


Fig. 104. Bronhopneumonie prin aspirație de lichid amniotic la nou-născut.

5.9.8. Bronhopneumnii nebacteriene

5.9.8.1. *Bronhopneumoniile prin aspirație* se întîlnesc în special la nou-născut și sugar; se datorează aspirației de lichid amniotic, respectiv de lapte.

Sînt traduse radiologic prin opacități micronodulare sau miliare, dispuse mai ales la baze, cu evoluție spre dispariție completă, rar spre constituire de mici formațiuni fibroase (fig.104).

La adult, bronhopneumoniile de aspirație pot apare în cazuri de fistule traheo-esofagiene, stenoze esofagiene postcaustice, reflux gastro-esofagian.

Pe imaginea radiologică apar opacități de tip bronhopneumonic, însoțite uneori de altele ce traduc atelectazii lobulare sau de întindere mai mare. In evoluție, se poate consemna dispariția sau organizarea fibroasă a focarelor patologice.

Aspirația de suc gastric, întîlnită la unii pacienți cu stare generală foarte alterată (paralitici, comatoși, intoxicați), are uneori o gravitate deosebită (sindromul Mendelson). Focarele bronhopneumonice sau procesele edematoase produse de aspirație evoluează rapid către suprainfecție și abcedare.

5.9.8.2. *Bronhopneumoniile prin inhalare* de vapori toxici și iritanți, apărute la unii lucrători din industria chimică, se manifestă inițial prin apariția de focare opace micronodulare, dispuse mai ales la baze. Acestea pot conflua, realizînd opacități întinse, neregulate, cu aspect de alveolită. Evoluția obișnuită este spre resorbție lentă și normalizarea aspectului radiologic.

5.9.8.3. *Bronhopneumopatia uremică* se caracterizează radiologic prin opacități macronodulare de intensitate slabă, dispuse în regiunile mijlocii ale cîmpurilor pulmonare. Acestea manifestă o mare variabilitate în timp, putînd crește, conflua, sau, dimpotrivă, dispar rapid. Evoluția, condiționată de cea a afecțiunii de bază, poate conduce la normalizare sau fibroză.

5.10. Supurațiile pulmonare

5.10.1 Abcesul pulmonar

Este o supurație limitată la un teritoriu circumscris al parenchimului, constituită fie ca urmare a evoluției spre necroză a unei inflamații acute (abcesul primitiv), fie prin

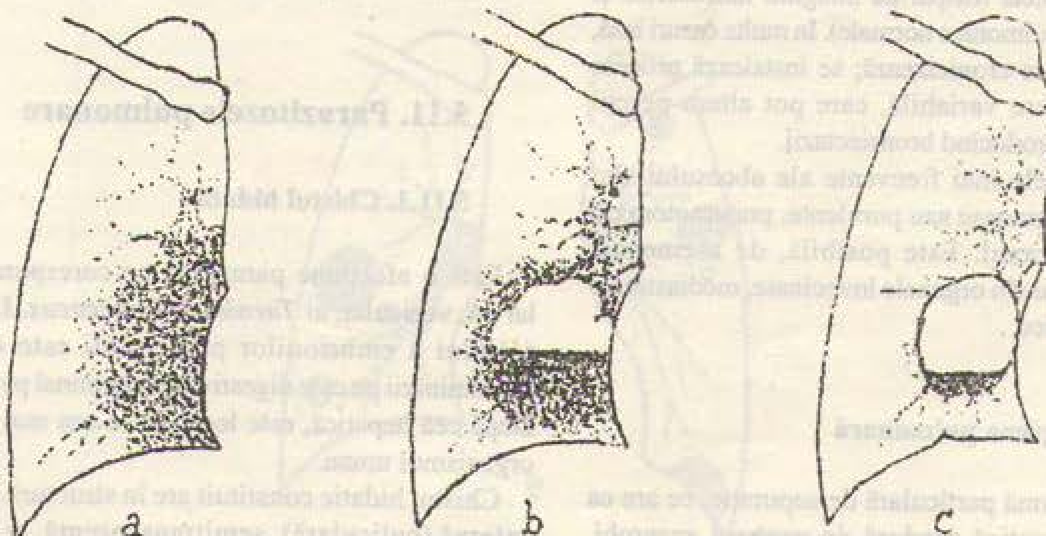


Fig.105. Evoluția abcesului în imaginea radiologică. a: procesul de condensare pneumonică; b: abces recent constituit; c: abces cronic.

suprainfecţia unei leziuni preexistente, ca infarctul, chistul hidatic, bronşiectaziile etc. (abcesul secundar).

Consecinţă a infecţiei cu floră microbiană de obicei asociată (pneumococ, stafilococ, streptococ), leziunea iniţială este reprezentată de o alveolită întinsă, în care apar focare de necroză; confluarea acestora conduce la constituirea abcesului. Prin evacuarea parţială a conţinutului lichefiat într-o bronhie, se realizează o cavitate ce conţine aer şi puroi într-o proporţie variabilă; aceasta depinde de permeabilitatea şi situaţia bronhiei de drenaj.

Cavitatea abcesului are în interior un perete neregulat, anfractuos; la exterior, spre ţesutul pulmonar normal, parenchimul înconjurător prezintă stadii diferite de alveolită.

Localizarea cea mai frecventă a abcesului primitiv este la nivelul segmentelor dorsal superior şi apical inferior, mai ales pe partea dreaptă.

Radiologic, în perioada de constituire, abcesul apare ca o opacitate cu topografie segmentară sau plurisegmentară, de intensitate mare, omogenă, cu limite neregulate şi imprecise (fig.105, a). După evacuare prin vomică, în interiorul opacităţii pneumonice se constituie una sau mai multe imagini hidroaerice, rotunde sau ovalare, de dimensiuni variabile (fig.105, b). In cursul evoluţiei spre cronicizare, cavitatea abcesului creşte prin extindere sau confluare, iar peretele intern, iniţial anfractuos, devine net şi regulat. La exterior, zona de condensare pneumonică se restrînge treptat, imaginea hidroaerică dobîndind un perete net delimitat faţă de vecinătate (fig.105, c).

In condiţii favorabile, evoluţia abcesului poate conduce la vindecarea completă (dispariţia imaginii hidroaerice şi refacerea structurii pulmonare normale). In multe cazuri însă, procesul supurativ se cronicizează; se instalează procese fibroase de întindere variabilă, care pot altera pereţii bronhiilor vecine, producînd bronşiectazii.

Complicaţiile cele mai frecvente ale abcesului sînt pleureziile sero-fibrinoase sau purulente, pneumotoraxul sau piopneumotoraxul. Este posibilă, de asemenea, constituirea de fistule în organele învecinate, mediastinale sau subdiafragmatice.

5.10.2. Gangrena pulmonară

Reprezintă o formă particulară de supuraţie, ce are ca substrat necroza septică produsă de germeni anaerobi, asociaţi cu o floră piogenă. Apare de regulă pe organisme cu rezistenţă scăzută.

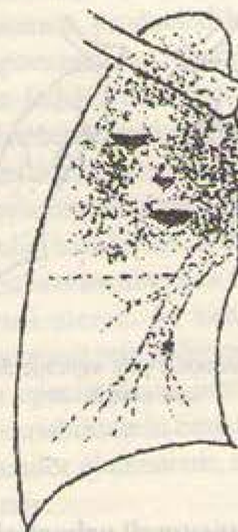


Fig.106. Gangrenă pulmonară.

Radiologic, se evidenţiază iniţial o opacitate de tip pneumonic, de intensitate mare, care se întinde treptat la o regiune importantă a plămînului. După evacuarea ţesutului necrotic, apar zone transparente şi imagini hidroaerice, care confluează, realizînd formaţiuni neregulate, anfractuoase, cu tendinţă marcată de extensie într-un interval scurt de timp (fig.106).

Evoluţia gangrenei este de obicei rapidă şi gravă; formele mai trenante se pot însoţi de modificări periferice reactive, soldate cu fibroză, care limitează extensia procesului necrotic. Dezvoltată în condiţiile absenţei proceselor imunitare, prin exacerbarea activităţii unei flore microbiene oportuniste, gangrena pulmonară reprezintă o redutabilă complicaţie a bolii SIDA.

5.11. Parazitozele pulmonare

5.11.1. Chistul hidatic

Este o afecţiune parazitară ce corespunde stadiului larvar, vezicular, al ***Taeniei echinococcus***. Depunerea în plămîni a embrionilor parazitului este consecutivă contaminării pe cale digestivă, excepţional pe cale aeriană. După cea hepatică, este localizarea cea mai frecventă în organismul uman.

Chistul hidatic constituit are în structură o membrană externă (cuticulară), semitransparentă, şi una internă, (germinativă) din care se separă scolecşi ce produc hidatide "fiice", libere în cavitatea chistului. Aceasta

este plină cu un lichid clar, bogat, în săruri sodice şi în acid succinic. In cursul evoluţiei, ia naştere, datorită reacţiei iritativ inflamatorii a parenchimului înconjurător, o formaţiune adventicială, care îmbracă la exterior membrana cuticulară.

Localizarea obişnuită este la nivelul regiunilor periferice, mai ales la baze. Dezvoltarea simultană a două chisturi este posibilă, dar rară.

In evoluţia lui, chistul poate atinge dimensiuni considerabile, înlocuind teritorii importante din parenchimul pulmonar. Pe măsură ce creşte (iniţial destul de rapid), chistul comprimă ţesutul pulmonar vecin, producînd alterări vasculare şi bronhice. Acestea afectează nutriţia parazitului (realizată prin imbibiţie) şi favorizează infecţia lui. Consecinţa acestor procese este ruptura, urmată de evacuarea conţinutului prin vomică. După evacuare, chistul se poate infecta, transformîndu-se într-un abces secundar.

Imaginea radiologică a chistului hidatic (fig.107) depinde de faza evolutivă în care este surprins, ca şi de modificările de vecinătate pe care le produce.

Chistul integru crează o opacitate rotundă, regulată, omogenă, cu contururi nete, proiectată în plin parenchim pulmonar normal (fig.107, a). Forma regulat rotundă poate fi alterată prin contactul cu o structură rigidă (scizură, hil sau perete toracic); ea se modifică, de asemenea, în cursul mişcărilor respiratorii. Uneori conturul îşi pierde netitatea datorită unor procese atelectatice sau congestive (de natură alergică) înconjurătoare.

Chistul fisurat prezintă la nivelul polului superior o mică zonă transparentă semilunară, produsă prin pătrunderea aerului între cele două membrane (fig.107, b). Imaginea este inconstantă şi poate dispare prin resorbţia aerului.

Chistul rupt şi evacuat parţial prin vomică apare în mod obişnuit ca o imagine hidroaerică, în care însă limita superioară a lichidului nu este perfect liniară, ci prezintă

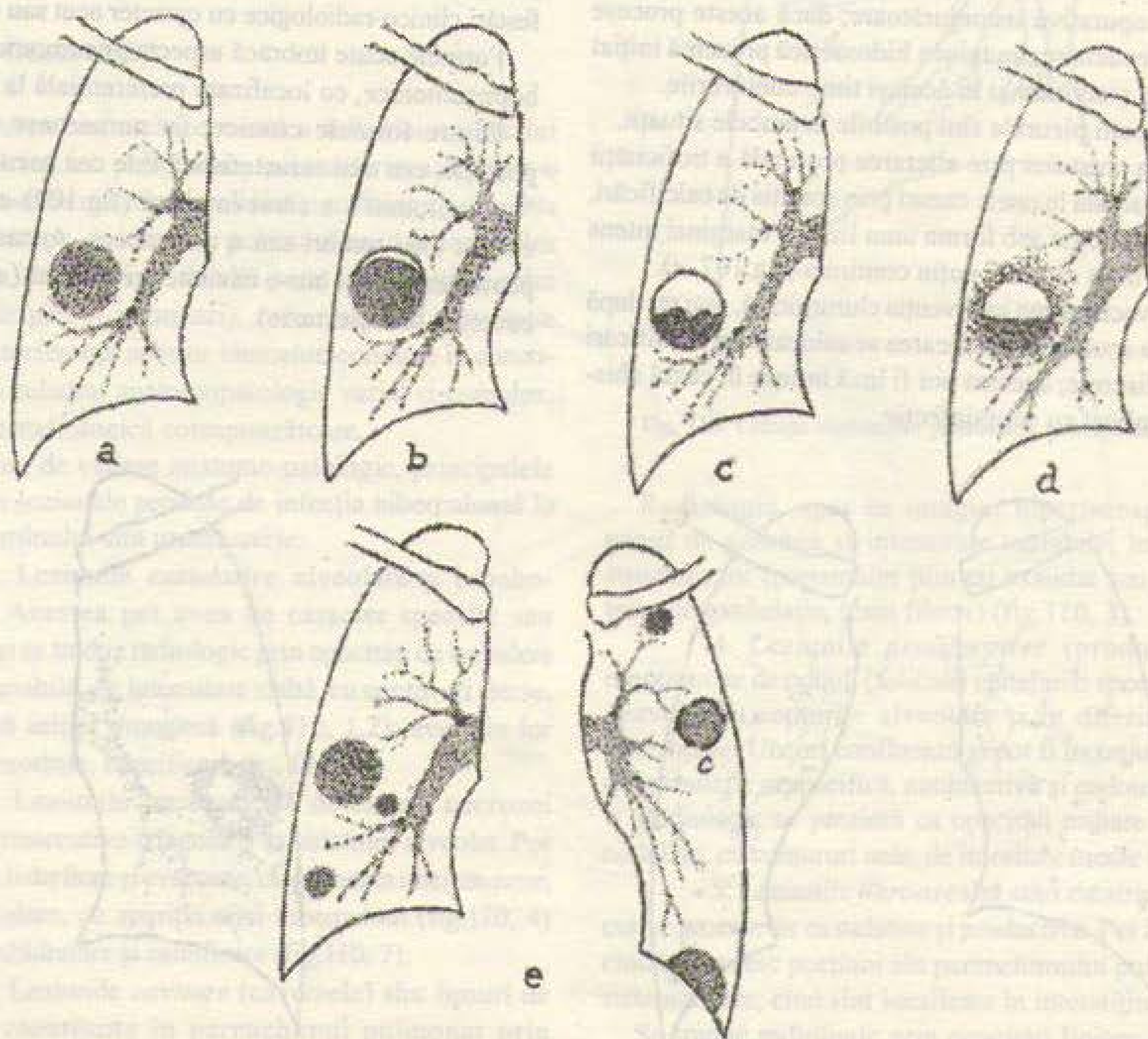


Fig.107. Aspecte radiologice produse de chistul hidatic. a; chist integru; b: chist fisurat; c: chist evacuat parţial; d: chist suprainfectat (abces secundar); e: chisturi mutiple, diseminate bilateral (c: chist cu calcificări periferice).

ondulaţii (fig.107, c) datorate chisturilor fiice sau membranei proligere desprinse, care plutesc la suprafaţa lichidului. Nivelul poate deveni orizontal dacă membrana s-a desprins complet şi a căzut în partea declivă a cavităţii chistului.

O imagine particulară poate fi creată de "încarcerarea" membranei, care este reţinută în interiorul cavităţii golite de lichid, se ratatinează şi apare radiologic ca o opacitate neregulată, poligonală, proiectată pe fondul hipertransparent. De asemenea, un aspect particular este cel produs de instalarea unui ventil expirator la nivelul bronhiei de drenaj, care "suflă" chistul, realizînd o imagine buloasă.

Ruptura chistului este deseori precedată sau însoţită de manifestări alergice parenchimatoase, în vecinătate sau la distanţă, sub formă de focare de alveolită circumscrise sau confluente.

Suprainfecţia şi supuraţia chistului apărute înainte de evacuare se traduc radiologic prin creşterea bruscă în dimensiuni,însoţită de ştergerea contururilor, produsă de alveolita supurativă înconjurătoare; dacă aceste procese apar după evacuare, imaginea hidroaerică prezentă iniţial se măreşte, ştergîndu-şi în acelaşi timp contururile.

Complicaţii pleurale sînt posibile în ambele situaţii.

Moartea chistului prin alterarea profundă a troficităţii sale este marcată în unele cazuri prin apariţia de calcificări, vizibile radiologic sub forma unui lizereu marginal intens opac, mai mult sau mai puţin continuu (fig.107, e).

După evacuare sau intervenţia chirurgicală, mai rar după ratatinarea spontană, vindecarea se soldează cu modificări fibroase discrete; acestea pot fi însă întinse în cazul chistului complicat cu suprainfecţie.

5.11.2. Cisticercoza pulmonară

Embrionul de ***Taenia solium*** se localizează rareori în plămîn. Parazitul viu produce vezicule de dimensiuni mici, care se traduc radiologic prin opacităţi micronodulare, diseminate în ambele cîmpuri pulmonare. După moartea parazitului, veziculele suferă impregnarea calcară iar micronodulii devin neomogeni, cu zone centrale intens opace (fig.108).

5.12. Micoze pulmonare

5.12.1. Aspergiloza

Grefarea ciupercilor din genurile *Aspergillus fumigatus* sau *A. niger*, de obicei pe un teren modificat anterior prin procese fibroase sau bronşiectatice, poate produce manifestări clinico-radiologice cu caracter acut sau cronic.

Formele acute îmbracă aspecte pneumonice sau bronhopneumonice, cu localizare preferenţială la baze.

Dintre formele cronice, cu numeroase manifestări posibile, cea mai caracteristică este cea pseudotumorală, "aspergilomul", a cărei imagine (fig.109) este similară celei a unei tumori sau a unui abces. Această formă se poate dezvolta şi într-o cavitate preformată (abces cronic, cavernă, bronşiectazie).

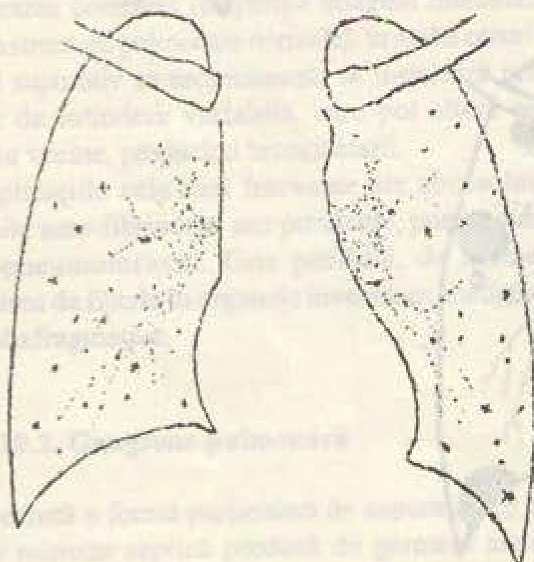


Fig. 108. Cisticercoza pulmonară.



Fig.109. Aspergiloză de formă pseudotumorală (aspergilom).

5.12.2. Actinomicoza

Este rezultatul dezvoltătii în parenchimul pulmonar a ciupercilor din genul *Actinomyces*. Infestarea pulmonară poate fi primitivă sau secundară, prin continuitate sau prin metastazare hematogenă.

Manifestările radiologice, foarte variate, depind de calea de infestare şi reflectă în acelaşi timp polimorfismul lezional al afecţiunii. In esenţă, actinomicoza produce opacităţi cu caracter bronhopneumonic, cu tendinţă la excavare şi fibroză; în determinările hematogene, opacităţile sînt micronodulare şi bilaterale.

Interesarea pleurei, peretelui toracic şi mediastinului este frecvent întîlnită şi se produce rapid în cursul evoluţiei.

5.13. Tuberculoza pulmonară

5.13.1. Generalităţi

Localizarea cea mai frecventă a infecţiei cu bacilul Koch, tuberculoza pulmonară, se caracterizează printr-o mare varietate de manifestări clinice şi radiologice. Aceasta se datorează pe de o parte polimorfismului leziunilor elementare locale, iar pe de altă parte factorilor de ordin general (alergici şi imunitari), care recunosc o evoluţie proprie. Interferenţa acestor elemente conduce la constituirea unui substrat anatomopatologic variat şi complex, cu expresie radiologică corespunzătoare.

Din punct de vedere anatomo-patologic, principalele manifestări lezionale produse de infecţia tuberculoasă la nivelul plămînului sînt următoarele:

1. Leziunile *exsudative* alveolare şi bronhoalveolare. Acestea pot avea un caracter specific sau nespecific şi se traduc radiologic prin opacităţi de întindere şi formă variabilă, de intensitate slabă, cu contururi şterse, cu structură iniţial omogenă (fig.110, 1,2); evoluţia lor este spre resorbţie, cazeificare sau fibroză.

2. Leziunile *cazeoase* se datorează necrozei specifice, consecutive coagulării exsudatului alveolar. Pot evolua spre lichefiere şi evacuare, cu formarea unei caverne, spre încapsulare, cu apariţia unui tuberculom (fig.110, 4) sau spre deshidratare şi calcificare (fig.110, 7).

3. Leziunile *cavitare* (cavernele) sînt lipsuri de substanţă constituite în parenchimul pulmonar prin evacuarea unui teritoriu care a suferit necroza de cazeificare.

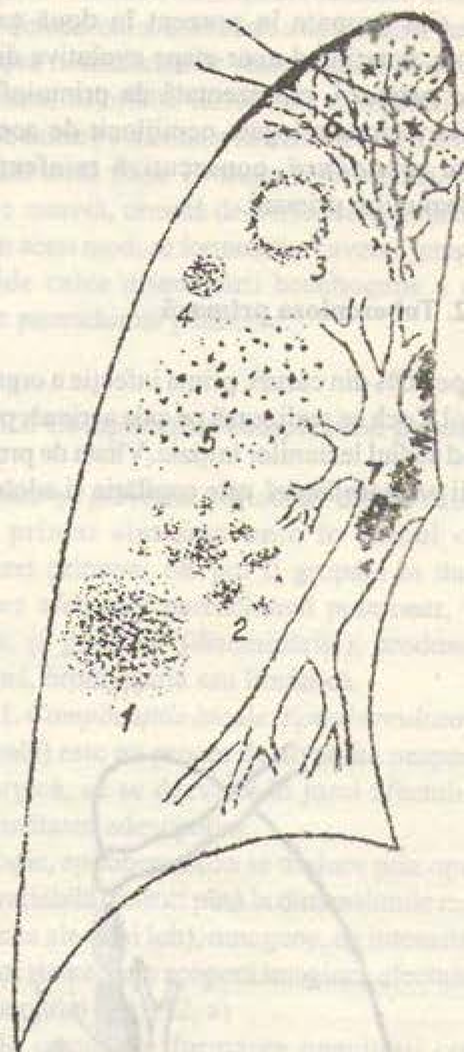


Fig. 110. Leziuni elementare produse de tuberculoza pulmonară.

Radiologic, apar ca imagini hipertransparente, cu pereţi de grosime şi intensitate variabile, în funcţie de structura lor (parenchim plin cu exsudat sau atelectatic, ţesut de granulaţie, ţesut fibros) (fig.110, 3).

4. Leziunile *proliferative* (productive) sînt reprezentate de noduli (foliculi) epitelioizi specifici, care se dezvoltă în septurile alveolare şi în diferite structuri interstiţiale. Uneori confluează şi pot fi înconjuraţi de ţesut de granulaţie nespecifică, conjunctivă şi endotelială.

Radiologic se prezintă ca opacităti miliare sau micronodulare, cu contururi nete, de intesitate medie (fig.110, 5).

5. Leziunile *fibroase* sînt stări cicatriciale consecutive proceselor exsudative şi productive. Pot fi mutilante, cînd înlocuiesc porţiuni ale parenchimului pulmonar, sau sistematizate, cînd sînt localizate în interstiţiu.

Se traduc radiologic prin opacităţi liniare, stelate sau neregulate, de intensitate mare (fig.110, 6). Formele întinse produc retracţii ale structurilor vecine.

Multiplele forme anatomo-clinice ale tuberculozei pulmonare sînt grupate în prezent în două categorii fundamentale, aparţinînd unor etape evolutive distincte: ***tuberculoza primară***, reprezentată de primoinfecţie şi manifestările lezionale legate nemijlocit de aceasta, şi ***tuberculoza secundară***, consecutivă reinfecţiei sau reactivării leziunilor primare.

5.13.2. Tuberculoza primară

In aproape 90% din cazuri, prima infecţie a organismului cu bacilul Koch se realizează pe cale aeriană, plămînul reprezentînd sediul leziunilor iniţiale. Vîrsta de predilecţie a producerii ***primoinfecţiei*** este copilăria şi adolescenţa.

Forma obişnuită de manifestare anatomo-clinică şi radiologică a debutului tuberculozei primare este complexul primar, constituit în principiu din trei elemente lezionale: afectul primar (şancrul de inoculare), limfangita specifică şi adenopatia hilară şi mediastinală. Leziunile sînt în general de formă exsudativă, extinderea infecţiei realizîndu-se pe cale limfatică şi bronhică, în timp ce diseminarea agentului patogen este hemato- sau bronhogenă.

5.13.2.1. *Afectul primar* este, din punct de vedere anatomopatologic, un focar de alveolită, determinat de inocularea bacilului Koch, la început cu caracter nespecific, apoi cu tendinţă de evoluţie spre necroză cazeoasă. La periferia focarului se constituie în timp ţesut de granulaţie format din foliculi tuberculoşi.

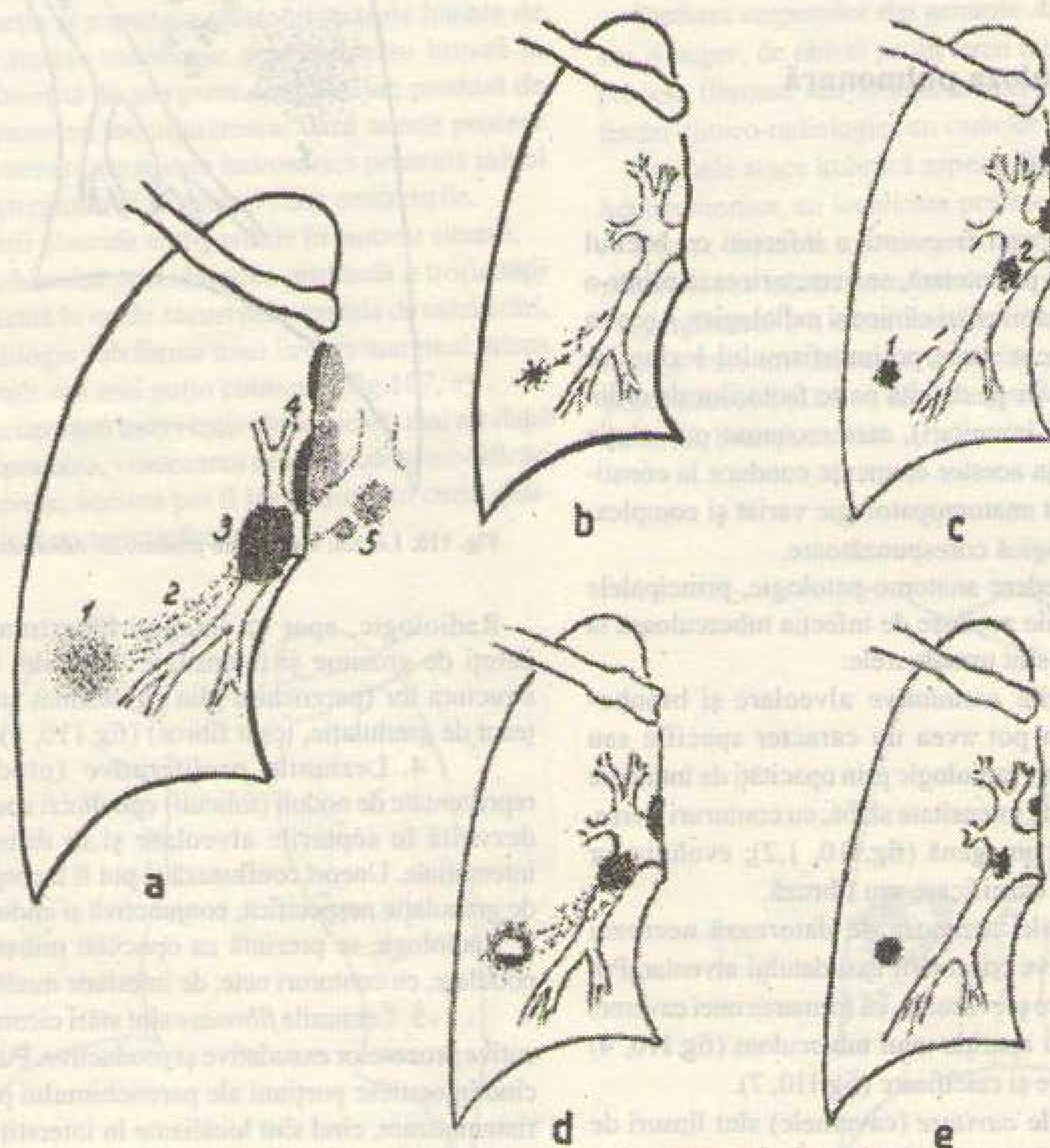


Fig.111. Complex primar. a: aspect radiologic în faza floridă. 1. afectul primar; 2. limfangita; 3. adenopatie hilară; 4. adenopatie paratrahealä; 5. adenopatia ganglionilor bifurcaţiei; b-e: modalităţi evolutive ale afectului primar: b - fibroză; c - calcificare (1, a afectului, 2, a ganglionilor); d - cavernă primară; e - tuberculom.

Localizarea poate fi în principiu, în oricare regiune a plămînilor; mai frecvent, afectul este însă întîlnit la baze. In mod curent este unic, foarte rar multiplu; mărimea lui poate varia de la cîţiva milimetri pînă la dimensiuni gigantice.

Radiologic se prezintă ca o opacitate rotundă sau neregulată, de dimensiuni variabile (de obicei cu un diametru de 2-4 cm) (fig.111, a,1).

Afectul primar poate fi inaparent radiologic dacă are dimensiuni foarte mici, este localizat în sedii nefavorabile vizualizării (sinusurile costo-diafragmatice, în apropierea mediastinului) sau este acoperit de leziuni pulmonare preexistente. De asemenea, dacă evoluează rapid spre resorbţie totală sau excavare.

Modalităţile evolutive obişnuite ale afectului primar sînt reprezentate de *resorbţia* totală, cu normalizarea aspectului radiologic, *fibroză*, tradusă prin reducerea în suprafaţă şi intensificarea opacităţii, care devine neomogenă (fig.111, b), şi *calcificare* (fig.111, c). Cazeificarea urmată de ulceraţie conduce la apariţia unei imagini cavitare, *caverna primară* (fig.111, d). Mai rar, masa cazeoasă, delimitată la periferie prin ţesut de granulaţie, devine *tuberculom* (fig.111, e), care poate persista indefinit în imagine.

5.13.2.2. *Limfangita tuberculoasă.* Inflamaţia specifică a vaselor limfatice, însoţită de infiltraţia lor limfomonocitară, este rareori evidenţiată radiologic. Ea apare sub forma unor opacităţi liniare discrete, dispuse între afectul primar şi adenopatia satelită (fig.111, a,2); în alte cazuri realizează o structură reticulară fină.

5.13.2.3. *Adenopatia hilară şi mediastinală* este elementul cel mai constant evidenţiat radiologic al complexului primar; în special la copilul mic, poate fi singura manifestare vizibilă.

Hiperplazia inflamatorie a ganglionilor sateliţi se traduce radiologic prin opacităţi rotunde sau ovalare, de intensitate medie, net delimitate, care pot fi situate hilar, latero-traheal, peri- sau interbronhic (fig.111, a,3,4,5). Adenopatia poate fi limitată la primul releu ganglionar al limfei provenite din focarul primar (aflat de regulă la nivelul hilului) sau se extinde la întregul lanţ ganglionar mediastinal, uneori bilateral.

Adenopatia laterotraheală determină lărgirea porţiunii superioare a opacităţii mediastinale, care capătă un contur ondulat, policiclic (fig.11,a,4). Adenopatia interbronhică poate mări unghiul de bifurcaţie a traheei (aspect evidenţiat tomografic).

Contururile opacităţilor produse de adenopatia tuberculoasă pot deveni imprecise în prezenţa unei congestii perifocale sau a unui proces de periadenită.

Evoluţia favorabilă a adenopatiei conduce la diminuarea treptată în dimensiuni şi intensitate a opacităţilor ganglionare; regresia spre normalizare se realizează de obicei mai lent decît în cazul celorlalte leziuni ale complexului primar. Depozitele calcare constituite în teritorii cazeificate (fig.111 c,2) persistă toată viaţa. Evoluţia nefavorabilă conduce la cazeificare masivă, urmată de perforare şi evacuare într-o bronhie; în acest mod, se formează o cavernă ganglionară şi se deschide calea diseminării bronhogene a agentului patogen în parenchimul pulmonar.

5.13.3. Complicaţiile complexului primar

De natură şi gravitate variabilă, complicaţiile complexului primar sînt frecvente în cursul evoluţiei tuberculozei primare; ele pot fi grupate în manifestări *locale*, care afectează parenchimul pulmonar, bronhiile sau pleura, şi *generale* (diseminările), produse pe cale hematogenă, bronhogenă sau limfatică.

5.13.3.1. *Complicaţiile locale. Epituberculoza* (congestia perifocală) este un proces de alveolită nespecifică, de natură alergică, ce se dezvoltă în jurul afectului primar sau în vecinătatea adenopatiei.

Radiologic, epituberculoza se traduce prin opacităţi de întindere variabilă (uneori pînă la dimensiunile mai multor segmente sau ale unui lob), omogene, de intensitate slabă, cu contururi şterse, care acoperă imaginea afectului primar sau a adenopatiei (fig.112, a)

In unele cazuri, la formarea opacităţii contribuie procesele atelectatice produse de obstrucţia sau compresia unor bronhii (prin adenopatie).

Dezvoltată în vecinătatea scizurilor (care pot cuprinde o cantitate redusă de revărsat lichidian inflamator), epituberculoza produce uneori o opacitate triunghiulară cu vîrful orientat spre periferie ("triunghiul Sluka").

Evoluţia epituberculozei este în general favorabilă, rezoluţia totală producîndu-se spontan sau sub tratament în interval de cîteva săptămîni.

Primoinfecţia extensivă cazeoasă reprezintă o formă evolutivă de mare gravitate, caracterizată prin extinderea alveolitei specifice pe teritorii mari, urmată rapid de cazeificare. Forma cea mai frecventă este *pneumonia cazeoasă*, care se traduce radiologic printr-o opacitate de intensitate medie, cu topografie segmentară sau lobară (fig.112, b). Intensitatea opacităţii este întotdeauna mai mare decît cea produsă de o pneumonie banală. In cazul în care ocupă un lob în întregime, devine vizibil că exsudatul alveolar depăşeşte limitele scizurale ale acestuia, opacitatea căpătînd contururi imprecise.

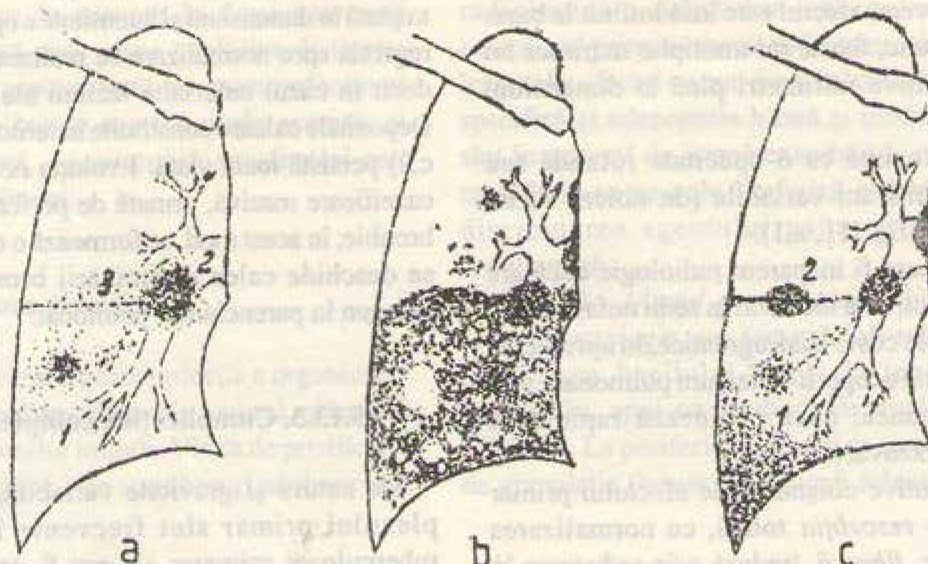


Fig.112. Complicaţii locale ale afectului primar. (a) epituberculoză (în jurul afectului primar - 1; periganglionară - 2; juxtascizurală - 3); (b) pneumonie cazeoasă; (c) revărsate lichidiene (în marea cavitate - 1; în interlob - 2).

Pneumonia cazeoasă reprezintă în mod obişnuit extensia alveolitei specifice a afectului primar; în unele cazuri, ea se poate dezvolta, urmînd o evoluţie similară, pe teritoriul învecinat adenopatiei.

Opacitatea devine curînd neomogenă, prin apariţia de numeroase imagini hipertransparente, expresie a ulceraţiilor care tind să conflueze, realizînd uneori cavităţi de dimensiuni mari (fig.112, b). Simultan, poate fi evidenţiată adenopatia hilară şi mediastinală, componenta obişnuită a complexului primar.

In vecinătatea imaginii pneumonice sau la distanţă de aceasta, inclusiv în plămînul controlateral, pot apare opacităţi multiple macronodulare, cu caracter de bronho-alveolită, reprezentînd *bronhopneumonia cazeoasă*, produsă prin diseminări din focarele ulcerate; aceasta domină uneori tabloul radiologic.

Caverna primară este cavitatea formată prin necroza cazeoasă şi evacuarea focarului de alveolită al afectului primar. Se prezintă radiologic ca o imagine transparentă (uneori cu nivel hidroaeric), care înlocuieşte total sau parţial imaginea anterioară a afectului (fig.111, d).

Formarea cavernei primare poate fi urmată de diseminare bronhogenă, cu constituirea de focare de bronhopneumonie specifică. Acestea urmează uneori o evoluţie care este caracteristică leziunilor din tuberculoza secundară ("ftizia complexului primar").

Complicaţiile bronhice sînt reprezentate de fistulele adeno-bronhice, secundare cavernelor ganglionare, care se soldează cu diseminări şi formare de focare bronho-pneumonice; de asemenea, de *stenozele* bronhice, complete sau incomplete, produse prin compresie de adenopatiile voluminoase şi urmate de tulburări de ventilaţie (atelectazie sau emfizem).

Complicaţiile pleurale, frecvent întîlnite, se pot manifesta ca pleurite sau scizurite uscate (fibrinoase) sau ca revărsate lichidiene inflamatorii, libere în marea cavitate pleurală sau închistate (fig.112, c).

5.13.3.2. *Complicaţiile generalizate* (diseminările) Diseminările *bronhogene*, care îşi au originea în focare cazeoase evacuate în căile aeriene, creează aspectul anatomo-patologice al *bronhopneumoniei tuberculoase*.

Modificarea elementară este repezentată de nodulul de bronhoalveolită cazeoasă, de dimensiuni variabile (0,5-2 cm), cu tendinţă la confluare şi excavare. Nodulii pot fi diseminaţi pe teritorii mari, în ambele cîmpuri pulmonare, sau interesează un teritoriu funcţional în exclusivitate (bronhopneumonia pseudolobară).

Radiologic, se evidenţiază numeroase opacităţi micro- şi macronodulare, omogene, de intensitate medie, cu contururi şterse, dispuse în ambele cîmpuri pulmonare sau pe teritoriul unui lob (fig.113, a). In evoluţie, se observă confluarea opacităţilor vecine şi apariţia de imagini transparente, care traduc ulceraţia nodulilor.

In cursul procesului de vindecare, unele imagini nodulare dispar, în timp ce altele se modifică prin fibroza şi calcificarea focarelor de bronhoalveolită.

Diseminările *hematogene* sînt consecinţa unui focar cazeos în vasele sanguine, de unde bacilii sînt vehiculaţi şi însămînţaţi în diverse organe.

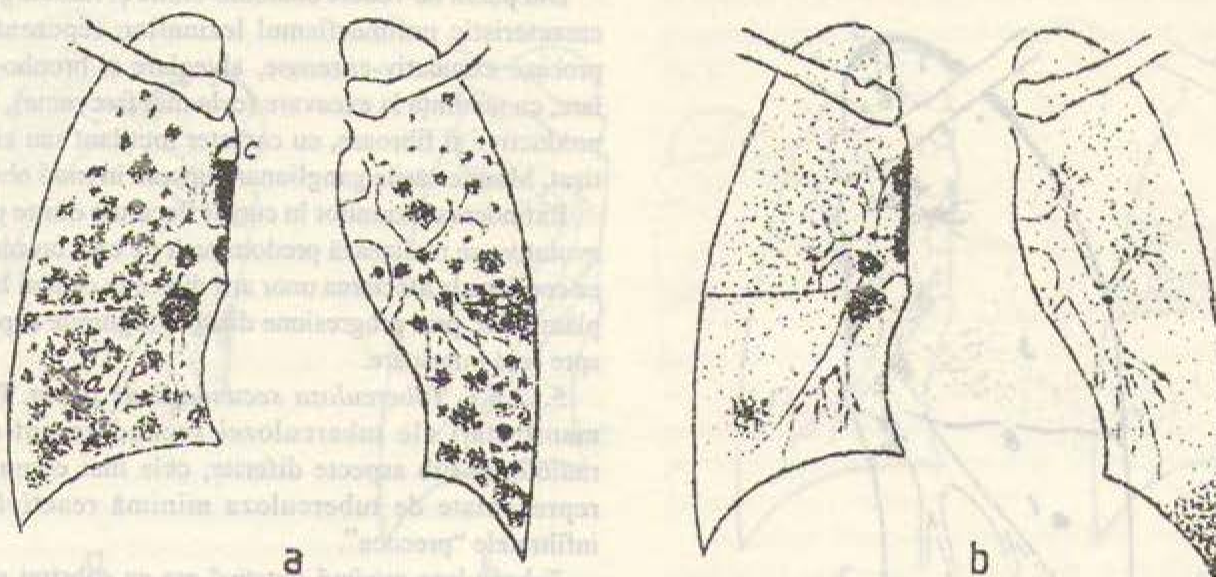


Fig.113. Complicaţiile generalizate (diseminările) complexului primar. a: bronhopneumonie produsă prin diseminare de la o cavernă ganglionară (C); b: tuberculoză miliară acută.

Tuberculoza miliară acută este rezultatul unei diseminări masive de bacili pe cale hematogenă, urmată de constituirea de foarte numeroase focare de granulaţie specifică (foliculi tuberculoşi) la nivelul interstiţiului şi septurilor alveolare.

In imaginea radiologică (fig.113, b) sînt prezente opacităţi micronodulare (miliare) în număr mare, dispersate uniform în ambele cîmpuri pulmonare (sau predominant în regiunile superioare şi mijlocii ale acestora), de dimensiuni egale, cu contururi nete şi de intensitate medie. Imaginea este de obicei completată de elemente componente sau relicvate ale complexului primar, ca şi de manifestări pleurale (pleurite sau scizurite uscate, revărsate lichidiene); acestea din urmă se datorează evoluţiei simultane a foliculilor constituiţi la nivelul pleurei.

In evoluţia tuberculozei miliare acute (granuliei) pot apare complicaţii de ordin local, reprezentate de dezvoltarea de focare exsudative bronhopneumonice, cu tendinţă la cazeificare şi ulcerare, şi de ordin general (diseminări masive în alte organe). O evoluţie favorabilă este marcată de regresie şi resorbţia nodulilor; unii dintre ei persistă, devin mai intens opaci şi mai puţin regulaţi, ca rezultat al fibrozării. Simultan, pot fi evidenţiate semnele fibrozei interstiţiale, extinse pe arii de mărimi diferite şi cele ale sechelelor pleurale (îngroşări şi simfize).

Forma cronică ("rece") a granuliei se caracterizează prin dezvoltarea, de obicei în pusee succesive, a unui număr restrîns de noduli de mici dimensiuni, dispersaţi neregulat pe ariile pulmonare, cu evoluţie spre fibroză.

In opoziţie cu granulia acută, simptomatologia clinică rămîne puţin exprimată, nesemnificativă.

Diseminările *discrete* (paucibacilare) pe cale hematogenă sînt manifestări frecvent întîlnte în evoluţia complexului primar. Ele se traduc prin apariţia unui număr redus de noduli, localizaţi în regiunile apicale (frecvent subpleural) şi retroclaviculare. De obicei se descoperă tardiv, cînd sînt fibrozaţi sau prezintă calcificări.

Chiar în această situaţie, nodulii apicali îşi pot păstra potenţialul ftiziogenic; reactivarea lor, la un interval variabil de la constituire, poate iniţia instalarea fazei secundare a tuberculozei.

Nodulii apicali se însoţesc în mod obişnuit de îngroşarea pleurei vîrfului, printr-un proces de pleurită uscată, soldată cu pahipleurită.

Diseminările limfatice sînt rareori evidenţiate de examenul radiologic, sub forma unor opacităţi liniare discrete, expresie a limfangitei specifice. Acestea iradiază în jurul ganglionilor hilari hiperplazici sau leagă aceşti ganglioni de formaţiuni lezionale situate în parenchimul pulmonar.

5.13.4. Sechelele tuberculozei primare

Complexul primar şi complicaţiile acestuia se soldează în marea majoritate a cazurilor cu constituirea de sechele care se menţin pe întreaga durată a vieţii pacientului.

Sechelele pulmonare sînt reprezentate de procese fibroase care înlocuiesc porţiuni de întindere variabilă ale parenchimului sau afectează interstiţiul.



Fig.114. Sechele ale complexului primar. (1) - calcificarea afectului primar; (2) - calcificări ganglionare; (3) - fibroză interstiţială; (4) - focare de fibroză parenchimatoasă (mutilantă); (5) - pahipleurită apicală; (6) - focare fibroase nodulare apicale; (7) - simfiza sinusului costo-diafragmatic; (8) - pahiscizurită; (9) - festoane diafragmatice.

Vindecarea focarelor cazeoase se soldează deseori cu calcificări, iar fibroza nodulilor productivi creează cicatrici de dimensiuni mici, de formă neregulată, stelată (fig.114). *Sechelele bronhice* constau din stenozări în grade diferite şi mai ales dilataţii, consecutive fibrozei din vecinătate. *Sechelele ganglionare* se traduc în principal prin calcificări sub formă de depozite granulare dispuse în conglomerate (fig.114, 2). *Sechelele pleurale* apar sub forma îngroşării fibroase (pahipleurita) ce afectează mai ales pleura apicală, bazală şi scizurală (fig.114, 5,8) şi a formării de aderenţe, cu obstrucţia sinusurilor costo-diafragmatice şi apariţia de corturi şi festoane pe contururile diafragmului (fig.114, 7,9)

5.13.5. *Tuberculoza secundară* (ftizia) este faza evolutivă determinată de reactivarea leziunilor stabilizate, fibro-calcare, produse de tuberculoza primară sau de reinfecţia cu bacili. Debutul ei este consemnat mai frecvent la adolescenţi şi adulţi tineri, la un interval variabil, liber de manifestări evolutive clinico-radiologice, de la vindecarea leziunilor complexului primar.

Tuberculoza secundară se caracterizează clinic printr-o evoluţie ciclică, în care puseele manifeste alternează cu perioade de acalmie, asimptomatice.

Din punct de vedere anatomo-clinic şi radiologic, este caracteristic polimorfismul leziunilor, repezentate de procese exsudativ-cazeoase, alveolare şi bronho-alveolare, cu tendinţă la excavare (cele mai frecvente), leziuni productive şi fibroase, cu caracter mutilant sau sistematizat. Manifestările ganglionare lipsesc în mod obişnuit.

Extinderea leziunilor în cursul fiecăruia dintre puseele evolutive se realizează predominant pe cale bronhogenă; ea conduce la afectarea unor arii din ce în ce mai largi ale plămînilor, prin progresiune dinspre regiunile superioare spre cele inferioare.

5.13.5.1. *Tuberculoza secundară de debut.* Primele manifestări ale tuberculozei secundare pot evolua radiologic sub aspecte diferite; cele mai comune sînt reprezentate de tuberculoza minimă reactivă şi de infiltratele "precoce".

Tuberculoza minimă reactivă are ca substrat reluarea evoluţiei unor focare nodulare fibroase, situate mai frecvent în regiunile apicale şi constituite în perioada primară.

Radiologic, reactivarea este marcată de reducerea intensităţii nodulilor fibroşi, care pierd în acelaşi timp netitatea contururilor; în jurul formaţiunii cicatriciale se dezvoltă un focar de alveolită ce creşte treptat în dimensiuni (fig.115, a). Evoluţia posibilă este spre fibrozare sau, dimpotrivă, spre cazeificare, ulcerare şi diseminare bronhogenă consecutivă.

Infiltratele "precoce" tuberculoase. Infiltratul rotund (Assmann) apare radiologic ca o opacitate de formă aproximativ rotundă, cu caractere de alveolită, cu diametrul de 2-4 cm, dispusă de obicei în una din regiunile subclaviculare (fig.115, b).

Infiltratul Assmann este un focar de alveolită, iniţial nespecifică, cu evoluţie posibilă spre cazeificare, constituit probabil în urma reactivării unui microfocar fibros primar.

Evoluţia infiltratului rotund poate conduce la resorbţie totală (dacă nu a suferit cazeificarea), la fibrozare (eventual cu calcificare parţială), la cazeificare urmată de încapsulare cu ţesut fibros şi formarea unui tuberculom sau la ulcerare, cu apariţia unei caverne "precoce", care deschide calea diseminării bronhogene.

Infiltratul nebulos (Raedeker) se traduce printr-o opacitate difuză, de formă neregulată, neomogenă, sugerînd un proces de alveolită care include şi formaţiuni productive şi fibroase (fig.115, c). Modalităţile evolutive sînt similare celor ale infiltratului rotund.

Infiltratul pseudopneumonic apare radiologic ca o opacitate cu aspect de alveolită, extinsă la un teritoriu segmentar sau lobar. In evoluţie, opacitatea îşi creşte intensitatea şi devine neomogenă, datorită constituirii rapide de cavităţi multiple (fig.115, d).

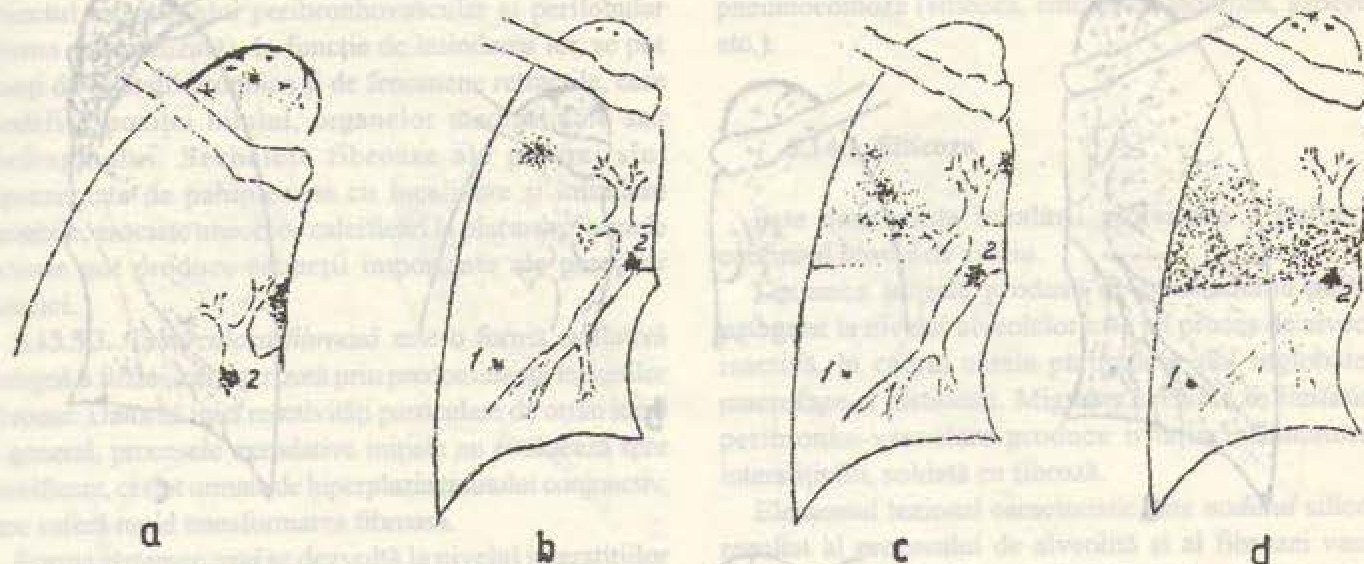


Fig.115. Forme de debut ale tuberculozei secundare (ftizie). (a) - tuberculoză minimă reactivă; (b) - infiltrat rotund Assmann; (c) - infiltrat "nebulos" Raedeker; (d) - infiltrat pseudopneumonic; (1) - afectul primar calcificat; (2) - calcificări ganglionare în faza primară.

Infiltratul juxtahilar este reprezentat de un proces de alveolită (cu caractere radiologice corespunzătoare), care se dezvoltă perihilar în urma unei fistule adenobronhice şi pătrunderii conţinutului cazeos al ganglionului într-o bronhie vecină.

5.13.5.2. *Tuberculoza ulcero-fibro-cazeoasă* (ftizia cronică comună) este forma de evoluţie anatomo-clinică şi radiologică cea mai frecventă a tuberculozei secundare. Sustratul lezional este reprezentat de dezvoltarea, pe calea diseminării bronhogene, a focarelor de alveolită şi bronhoalveolită specifică, cu evoluţie spre ulceraţie sau fibroză.

Din punct de vedere radiologic, prezenţa simultană, în cursul puseelor evolutive, a modificărilor cu caracter exsudativ-cazeos, productiv, ulcerativ şi fibros, ca şi a eventualelor complicaţii pleurale, conferă imaginii un remarcabil polimorfism (fig.116). Extensia procesului este marcată de apariţia de leziuni pe teritorii ale cîmpurilor pulmonare anterior indemne. Acestea sînt de regulă leziuni *exsudative*, care produc opacităţi de intensitate slabă sau medie, care devin neomogene prin apariţia focarelor de fibroză sau excavatelor.

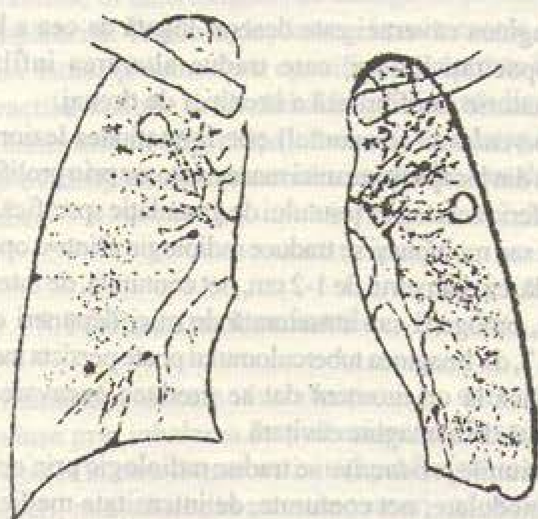


Fig.116. Tuberculoză ulcero-fibro-cazeoasă.

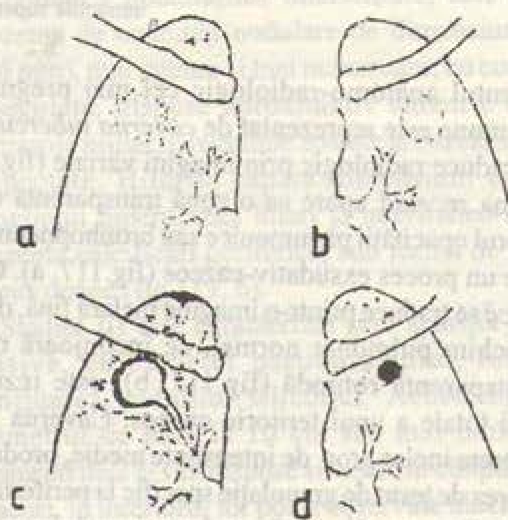


Fig.117. Forme de caverne tuberculoase. (a) - cavernă recentă; (b) - cavernă elastică; (c) - cavernă fibroasă; (d) - tuberculom.

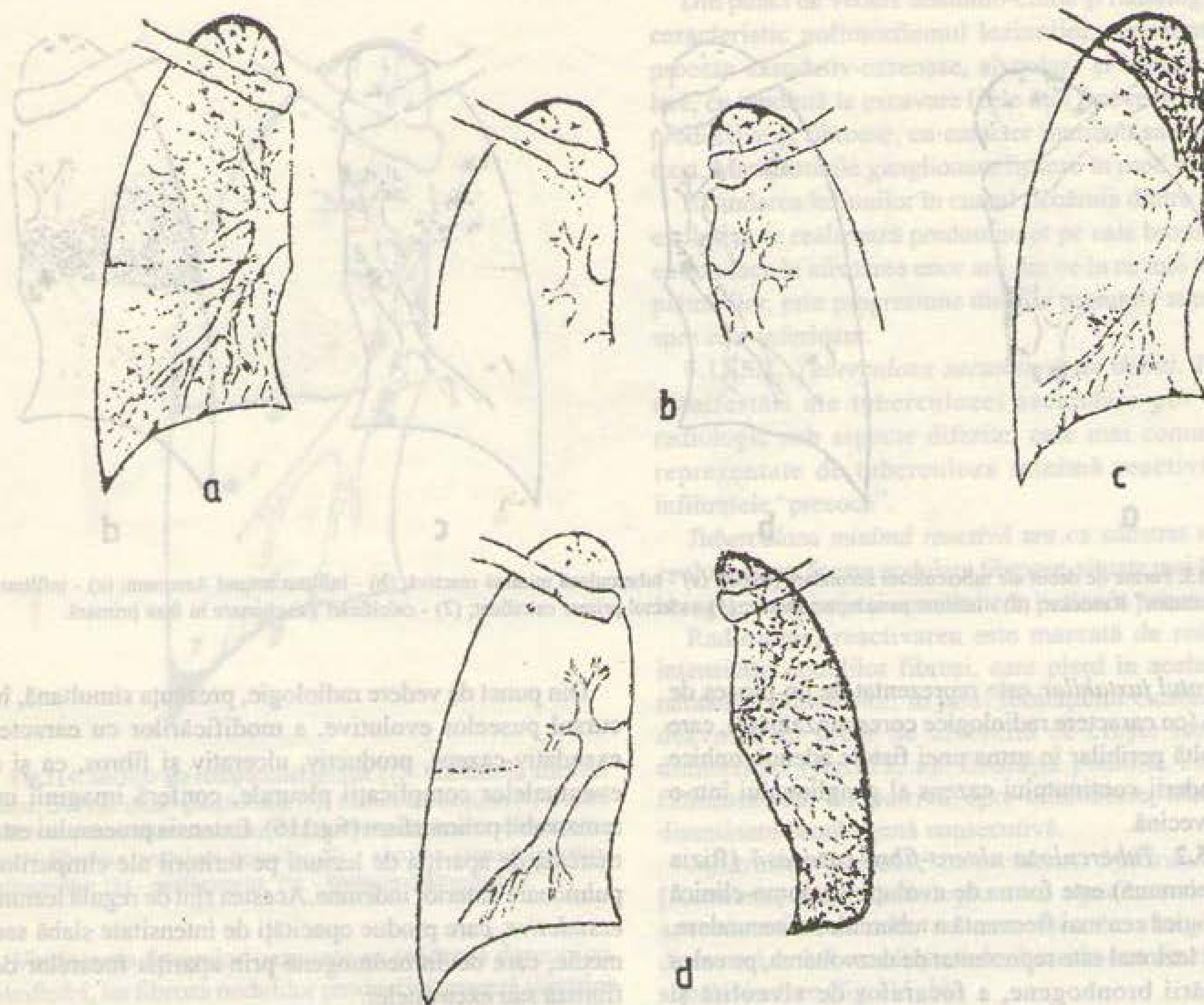


Fig.118. Forme de ftizie predominant fibroasă. (a) - fibroză sistematizată; (b) - fibroză discretă apicală; (c) - "fibroză densă" (lobită retractilă superioară stîgă); (d) - fibrotorax stîng.

Elementul anatomo-radiologic cel mai pregnant al ftiziei comune este reprezentat de *caverna tuberculoasă*, care se traduce radiologic prin imagini variate (fig.117).

Caverna *recentă* apare ca o zonă transparentă situată în interiorul opacităţii pneumonice sau bronhopneumonice create de un proces exsudativ-cazeos (fig.117, a). Caverna *elastică* se traduce printr-o imagine inelară fină, dispusă în parenchim pulmonar normal, ce înconjoară o zonă hipertransparentă rotundă (fig.117, b); este rezultatul evacuării totale a unui teritoriu cazeos. Caverna *rigidă* are un perete inelar gros, de intensitate medie, produs prin proliferarea de ţesut de granulaţie specific la periferia zonei necrotice. Caverna *fibroasă* este înconjurată de un perete subţire, intens opac (fig.117, c).

In cazul evacuării incomplete a conţinutului cazeos, caverna poate prezenta o imagine hidroaerică.

Imaginea cavernei este deseori legată de cea a hilului prin opacităţi liniare, care traduc alterarea infiltrativ-inflamatorie sau fibroasă a bronhiei de drenaj.

Tuberculomul (cazeomul) este formaţiunea lezională ce rezultă din încapsularea unei mase cazeoase prin proliferarea, la periferia acesteia, a ţesutului de granulaţie specifică. Poate fi unic sau multiplu şi se traduce radiologic printr-o opacitate rotundă, cu diametrul de 1-2 cm, net conturată, de intensitate medie, omogenă sau structurată de mici depuneri calcare (fig.117, d). Imaginea tuberculomului poate persista indefinit, sau, dacă la un moment dat se produce excavarea, este înlocuită de o imagine cavitară.

Leziunile *productive* se traduc radiologic prin opacităţi micronodulare, net conturate, de intensitate medie.

Leziunile *fibroase* apar ca opacităţi liniare neregulate, de intensitate mare, ce înlocuiesc structura parenchimului

pe teritorii variabile (forma mutilantă) sau se dispun pe traiectul interstițiului peribronhovascular și perilobular (forma sistematizată). In funcție de întinderea lor, se pot însoți de dilatații bronhice și de fenomene retractile, care modifică poziția hilului, organelor mediastinale sau diafragmului. Sechelele fibroase ale pleurei sînt reprezentate de pahipleurite cu localizare și întindere variabile, asociate uneori cu calcificări în placarde; formele extinse pot produce retracții importante ale pereților toracici.

5.13.5.3. *Tuberculoza fibroasă* este o formă evolutivă benignă a ftiziei, caracterizată prin predominanța leziunilor fibroase. Datorită unei reactivități particulare de ordin local și general, procesele exsudative inițiale nu evoluează spre cazeificare, ci sînt urmate de hiperplazia țesutului conjunctiv, care suferă rapid transformarea fibroasă.

Forma *sistematizată* se dezvoltă la nivelul interstițiilor peribronho-vasculare și perilobulare, producînd opacități liniare corespunzătoare (fig.118, a). Se poate însoți de dilatații bronhice și emfizem difuz sau bulos.

Forma *discretă apicală* constă din prezența de noduli fibroși și fibrocalcari, de formă neregulată, intens opaci, cu contururi nete, la nivelul uneia sau ambelor regiuni apicale (fig.118, b). Pleura vîrfului este îngroșată, cu mici prelungiri (festoane) spre parenchimul pulmonar subjacent.

"*Fibroza densă*" este forma ce interesează un lob în întregime (de obicei un lob superior), producînd opacifierea lui intensă, neomogenă, și reducîndu-i considerabil volumul (lobită retractilă); organele vecine (traheea, scizura, hilul, arcurile costale) sînt tracționate spre lobul ratatinat (fig.118, c).

Fibrotoraxul rezultă din extinderea procesului de fibroză la un plămîn în întregime sau la cea mai mare parte a acestuia; în mod obișnuit de adaugă un proces întins de pahipleurită. Radiologic, întreg hemitoracele respectiv apare intens și neomogen opacifiat, cu marcate fenomene retractile, vizibile la nivelul difragmului, mediastinului și peretelui toracic (fig.118, d). Prezența de dilatații bronhice este evidențiată de examenul tomografic sau de bronhografie.

5.14.Pneumoconiozele

Pneumoconiozele sînt afecțiuni cu caracter cronic, produse prin inhalarea de pulberi minerale sau organice, de obicei în cursul unor activități profesionale particulare (mineri, muncitori din anumite ramuri industriale).

In funcție de natura pulberii inhalate cronic, care determină modificări mai mult sau mai puțin caracteristice la nivelul plămînilor, sînt descrise numeroase forme de pneumoconioze (silicoza, antracoza, sideroza, azbestoza etc.).

5.14.1. Silicoza

Este consecința inhalării prelungite a pulberilor conținînd bioxid de siliciu.

Leziunea inițială produsă de pătrunderea pulberii patogene la nivelul alveolelor este un proces de alveolită reactivă, în cadrul căreia particulele sînt înglobate de macrofage și histiocite. Migrarea acestora în limfaticele peribronho-vasculare produce iritația inflamatorie a interstițiului, soldată cu fibroză.

Elementul lezional caracteristic este *nodulul* silicotic, rezultat al procesului de alveolită și al fibrozei vaselor limfatice. Compuși inițial din fibre colagene și fagocite, nodulii manifestă o marcată tendință de creștere, confluare și transformare fibroasă. In cursul unei evoluții îndelungate, se adaugă adenopatia hilară, complicațiile pleurale (pahipleurite, scizurite, aderențe) și parenchimatoase (emfizemul difuz și bulos).

Din punct de vedere al manifestării radiologice, silicoza recunoaște trei stadii evolutive (fig.119).

Stadiul I este marcat de prezența opacităților interstițiale, peribronhovasculare și perilobulare (cu aspect fin reticulat), dispuse simetric în ambele cîmpuri pulmonare. In acest stadiu se pot evidenția, mai ales pe radiografii cu kilovoltaj ridicat, și opacități nodulare de foarte mici dimensiuni (cu diametrul de 1-3 mm), dispuse în cîmpurile mijlocii (fig.119, a). In stadiul II, concomitent cu accentuarea opacităților interstițiale, este evidențiată prezența de opacități nodulare de dimensiuni mai mari (5-6 mm), mai intense și mai numeroase, cu contururi nete, neregulate, dispuse aproximativ simetric mai ales în cîmpurile mijlocii; regiunile apicale și bazele sînt de obicei respectate. Hilurile capătă dimensiuni crescute, iar ganglionii hiperplazici hilari și intertraheo-bronșici pot prezenta calcificări periferice, sub formă de lizeree fine, intens opace (fig.119, b).

Stadiul III este caracterizat prin apariția de opacități masive, cu caracter pseudotumoral, rezultate din confluarea nodulilor silicotici. Aceste opacități, cu diametrul de pînă la 10 cm sau mai mult, păstrează contururi nete și sînt dispuse simetric în cîmpurile mijlocii; deseori, în interiorul lor pot fi observate ulcerații, datorită procesului de necroză silicotică, dar mai ales evoluției simultane a unei tuberculoze (silico-tuberculoza), frecvent întîlnită în fazele avansate ale afecțiunii.

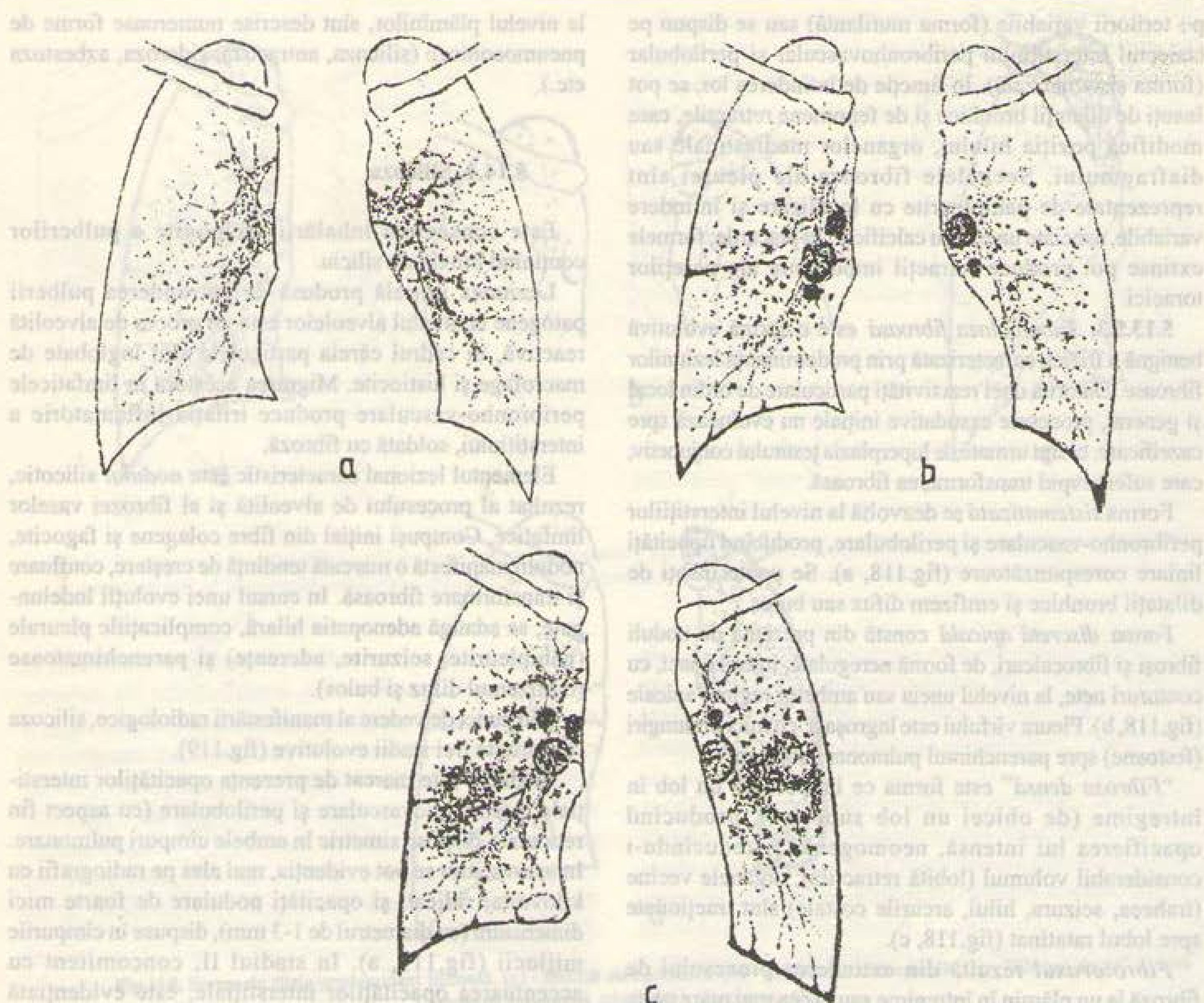


Fig.119. Aspecte radiologice ale silicozei. (a) - stadiul I; (b) - stadiul II; (c) - stadiul III (silico-tuberculoză).

In acest stadiu evolutiv, aspectul radiologic al silicozei devine extrem de complex (fig.119, c); alături de opacităţile masive juxtahilare, sînt prezente opacităţi micro-şi macronodulare, hipertransparenţe ale bazelor, datorate emfizemului compensator şi substanţial, aderenţe şi îngroşări pleurale (inclusiv ale scizurilor), dilataţii bronhice de forme diferite. Tabloul radiologic este complicat şi de apariţia unui pneumotorax "spontan", dar mai ales de manifestările variate ale unei tuberculoze însoţitoare (în special leziuni ulcero-cazeoase).

In unele forme particulare, topografia neobişnuită sau asimetria opacităţilor patologice creează probleme foarte dificile de diagnostic diferenţial (de exemplu, cu procesele tumorale).

5.14.2. Alte pneumoconioze

5.14.2.1. *Antracoza.* Inhalarea îndelungată a pulberii de cărbune poate produce leziuni pulmonare traduse radiologic prin micronoduli de intensitate slabă, de dimensiuni foarte reduse (în jurul a 1 mm diametru) şi dispuşi mai ales în cîmpurile mijlocii. Nodulii sînt foarte greu de evidenţiat în lipsa unor tehnici speciale; de obicei, pe radiografie sînt vizibile modificări fibroase interstiţiale, însoţite de emfizem bazal.

5.14.2.2. *Azbestoza* se traduce radiologic prin prezenţa de opacităţi reticulare, expresie a fibrozei interstitiale; acestea sînt dispuse iniţial la baze, de unde evoluează spre cîmpurile mijlocii.

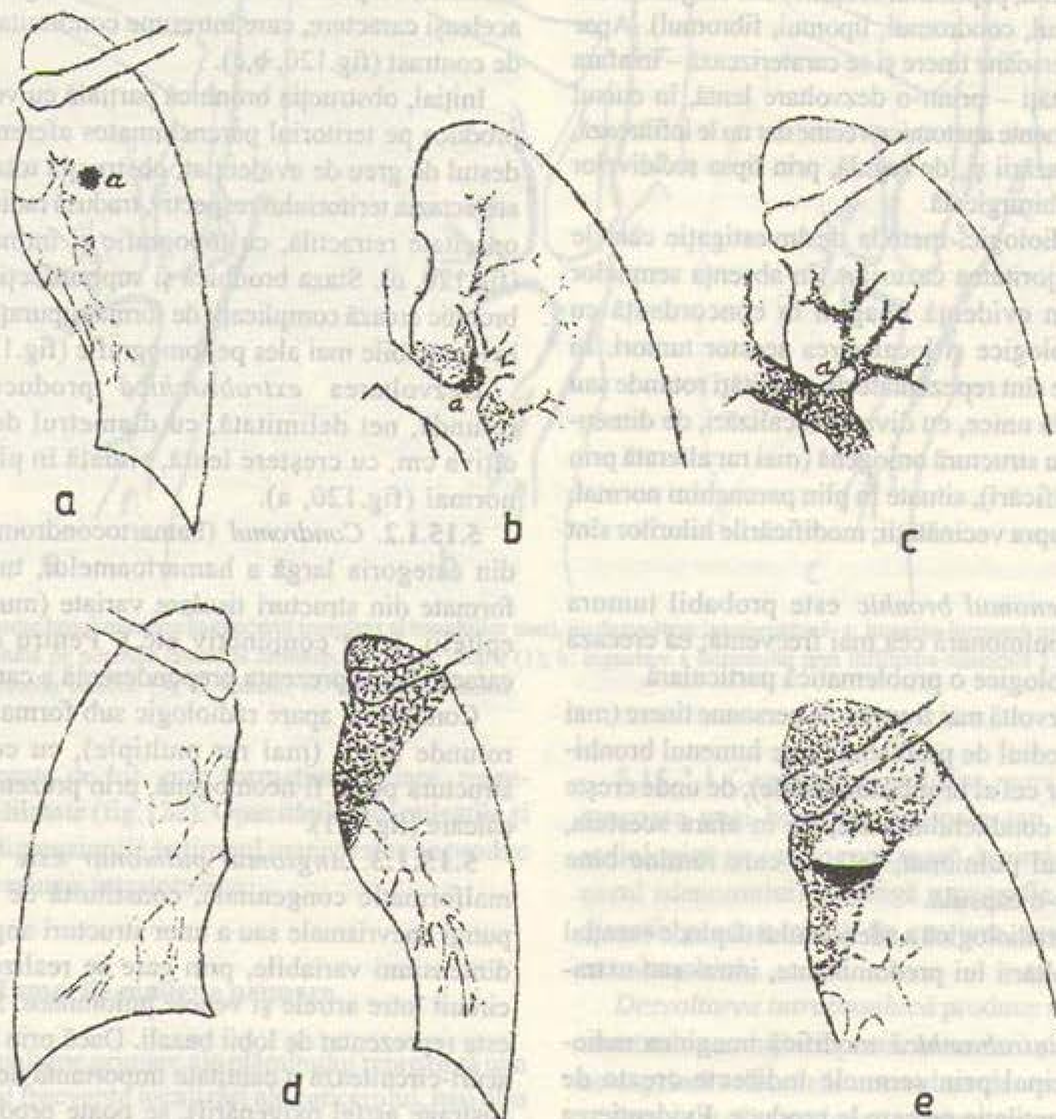


Fig.120. Aspecte radiologice create de adenomul bronhic. a: adenom cu dezvoltare extrabronhică; b: adenom dezvoltat în lumenul bronhiei lobare superioare stîng (imagine tomografică); c: imaginea bronhografică a aceluiași caz; d: atelectazia lobului superior stîng produsă de dezvoltarea ulterioară intrabronică a adenomului; e: supurația lobului atelectatic prin stază și suprainfecție.

Prezența de noduli de dimensiuni mici (sub 1 cm), de intnsitate relativ mare, este mai rară; în schimb este frecventă afectarea pleurei, sub formă de îngroșări și aderențe, care produc neregularități ale contururilor diafragmului și mediastinului.

5.14.2.3. *Sideroza.* Inhalarea cronică a oxidului de fier se soldează cu producerea de noduli cu dimensiuni de 1-3 mm, dispuși în interstițiu, care creează imagini radiologice corespunzătoare. Modificările sînt în principiu reversibile după suprimarea cauzei. Prezența nodulilor de dimensiuni mai mari, cu tendință la confluare, sau a modificărilor fibroase este întîlnită în cazul inhalării de pulberi mixte (oxid de fier și siliciu).

5.15. Tumorile bronhopulmonare

Procesele tumorale dezvoltate la nivelul plămînului provin, în majoritatea cazurilor, din proliferarea celulelor aparținînd elementelor structurale ale bronhiilor (în principal epiteliul bronhic). Aceste celule prezintă caracterele tipice țesuturilor normale din care provin (în cazul tumorilor benigne) sau sînt marcate de atipii (în tumorile maligne).

5.15.1. Tumorile benigne

Se formează prin proliferarea exuberantă de celule cu caractere tipice, mature, provenind din țesuturi de origine

epitelială (adenomul, papilomul bronhic) sau conjunctivală (angiomul, miomul, condromul, lipomul, fibromul). Apar mai frecvent la persoane tinere şi se caterizează – în afara unei relative rarităţi – printr-o dezvoltare lentă, în cursul căreia dislocă elemente anatomice vecine dar nu le infiltrează, prin lipsa metastazării şi, de regulă, prin lipsa recidivelor după extirparea chirurgicală.

Examenul radiologic, metoda de investigaţie care le descoperă în majoritatea cazurilor (în absenţa semnelor clinice), pune în evidenţă imagini în concordanţă cu trăsăturile morfologice şi localizarea acestor tumori. In mod obişnuit, ele sînt repezentate de opacităţi rotunde sau ovalare, de regulă unice, cu diverse localizări, de dimensiuni variabile, cu structură omogenă (mai rar alterată prin prezenţa de calcificări), situate în plin parenchim normal, fără a impieta asupra vecinătăţii; modificările hilurilor sînt absente.

5.15.1.1. *Adenomul bronhic* este probabil tumora benignă bronhopulmonară cea mai frecventă; ea creează investigării radiologice o problematică particulară.

Tumora se dezvoltă mai frecvent la persoane tinere (mai ales la femei); sediul de predilecţie este lumenul bronhiilor mari (mai rar cel al bronhiilor distale), de unde creşte fie în interiorul conductului aeric, fie în afara acestuia, spre parenchimul pulmonar, faţă de care rămîne bine delimitată printr-o capsulă.

Manifestarea radiologică a adenomului depinde esenţial de sensul dezvoltării lui predominante, intra- sau extra-bronhice.

Dezvoltarea *intrabronhică* modifică imaginea radiologică în principal prin semnele indirecte create de tulburările de ventilaţie pe care le produce. Evidenţierea directă a tumorii este posibilă numai prin tomografie şi bronhografie, pe care apare sub forma unei opacităţi rotunde sau ovalare, net conturate, proiectată în lumenul bronhiei, respectiv sub forma unei imagini lacunare, cu aceleaşi caractere, care întrerupe continuitatea substanţei de contrast (fig.120, b,c).

Iniţial, obstrucţia bronhică parţială cu ventil expirator produce pe teritoriul parenchimatos aferent un emfizem destul de greu de evidenţiat; obstrucţia totală conduce la atelectazia teritoriului respectiv, tradusă radiologic printr-o opacitate retractilă, cu topografie şi întindere variabile (fig.120, d). Staza bronhică şi suprainfecţia conţinutului bronhic crează complicaţii de forma supuraţiei pulmonare, evidenţiabile mai ales pe tomografie (fig.120, e).

Dezvoltarea *extrabronhică* produce o opacitate rotundă, net delimitată, cu diametrul de la 1 pînă la cîţiva cm, cu creştere lentă, situată în plin parenchim normal (fig.120, a).

5.15.1.2. *Condromul* (hamartocondromul) face parte din categoria largă a hamartoamelor, tumori benigne formate din structuri tisulare variate (muşchi, grăsime, epitelii, ţesut conjunctiv etc.). Pentru condrom este caracteristică prezenţa preponderentă a cartilajului.

Condromul apare radiologic sub forma unei opacităţi rotunde unice (mai rar multiple), cu contururi nete; structura poate fi neomogenă, prin prezenţa de depuneri calcare (fig.121).

5.15.1.3. *Angiomul pulmonar* este în realitate o malformaţie congenitală, constituită de prezenţa unei pungi anevrismale sau a unor structuri angiomatoase, de dimensiuni variabile, prin care se realizează un scurt-circuit între artrele şi venele pulomnare. Sediul obişnuit este reprezentat de lobii bazali. Dacă prin hemangiom se scurt-circuitează o cantitate importantă de sînge (care se sustrage astfel oxigenării), se poate produce cianoză şi poliglobulie.

Radiologic, angiomul creează opacităţi unice sau multiple, de formă aproximativ rotundă, care, la un examen



Fig.121. Condrom pulmonar.

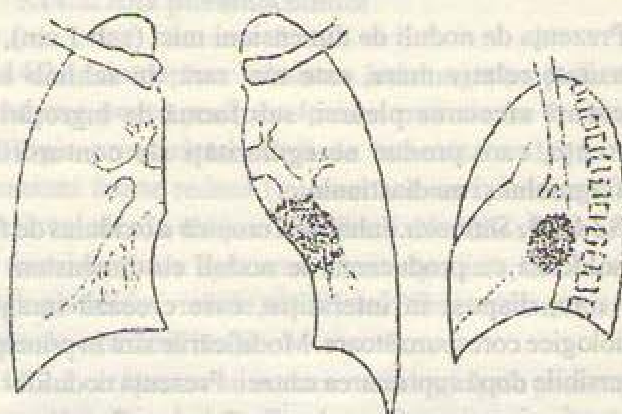


Fig. 122. Angiom paracardiac stîng.

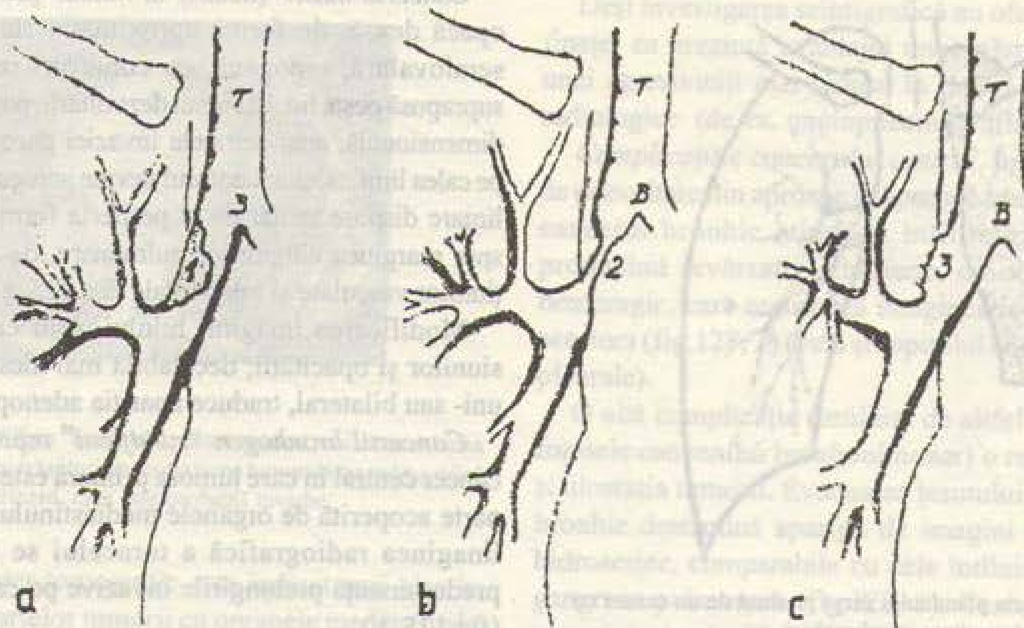


Fig.123. Aspecte bronhografice în cancerul incipient al bronhiilor mari, cu dezvoltare intrabronhică. a: imagine lacunară produsă de o formaţiune vegetantă dezvoltată pe peretele lateral al bronhiei principale drepte (1); b: îngustare a lumenului prin infiltraţia tumorală a pereţilor bronhiei (2); c: ulceraţie a peretelui bronhic (3). T: traheea; B: bifurcaţia traheală.

atent, apar legate de hil prin formaţiuni liniare, reprezentînd vase dilatate (fig.122). Opacităţile sînt pulsatile şi îşi modifică dimensiunile în timpul manevrelor ce produc variaţii ale presiunii intratoracice.

5.15.2 Tumorile maligne primare

Tumorile maligne primare ale plămînului reprezintă una dintre cele mai frecvente localizări ale cancerului, mai ales la bărbat, şi una dintre cele mai importante cauze de mortalitate. Diagnosticul lor în faze incipiente, utile terapeutic, rămîne grevat de serioase dificultăţi, întrucît nici simptomatologia clinică, nici aspectul radiologic nu sînt caracteristice în aceste faze. De aceea, prezenţa unei imagini suspecte obligă la efectuarea unui examen bronhoscopic, cu prelevare biopsică, proceduri ce pot furniza elemente de certitudine.

Cancerul primitiv brohopulmoanr îşi are originea obişnuită în epiteliul mucoasei bronhiilor de diferite grade dimensionale; potrivit topografiei lui iniţiale, recunoaşte următoarele forme principale:

– *cancerul bronhiilor mari* (forma proximală, centrală sau hilară);

– *cancerul bronhiilor mici* (forma distală sau periferică);

– *cancerul alveolar sau bronhiolo-alveolar* (forma parenchimatoasă, de fapt singura formă adevărată de cancer pulmonar).

5.15.2.1.*Cancerul bronhiilor mari* se dezvoltă din mucoasa unei bronhii principale sau lobare. Imaginea radiologică pe care o realizează depinde esenţial (ca şi în cazul adenomului), pe lîngă topografie şi dimensiuni, de direcţia predominantă de creştere, respectiv intra- sau extrabronhică.

Dezvoltarea intrabronhică produce semne radiologice care traduc nemijlocit prezenţa tumorii şi semne însoţitoare ce exprimă tulburările secundare de ventilaţie.

Intr-un stadiu evolutiv incipient, prezenţa tumorii poate fi evidenţiată numai de examenul bronhografic. Corespunzător formei anatomo-patologice a cancerului prezent, acest examen va pune în evidenţă la nivelul lumenului bronhiei afectate o imagine lacunară (în cazul unei tumori vegetante) sau o eroziune parietală (în forma ulcerată) (fig.123).

In anumite cazuri (rare), tomografia poate face vizibilă prezenţa unei tumori vegetante, sub forma unei imagini opace dezvoltate în interiorul bronhiei, ataşată de unul din pereţii acesteia.

Intr-un asemenea stadiu, examenul radiologic standard nu semnalează de regulă decît consecinţele tulburărilor de ventilaţie. Obstrucţia incompletă a lumenului bronhic creează un obstacol în expir, soldat cu un emfizem localizat la teritoriul aferent, care sporeşte transparenţa regiunii pulmonare respective. Odată cu obstrucţia totală, emfizemul este înlocuit prin atelectazie

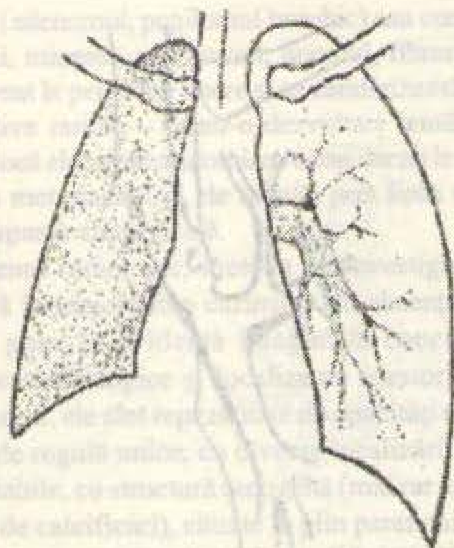


Fig.124. Atelectazia plămînului drept produsă de un cancer cu dezvoltare intrabronhică.

manifestă radiologic prin opacifierea intensă, omogenă, a plămînului sau lobului respectiv, însoţită de retracţia formaţiunilor anatomice din vecinătate (grilajul costal, hemidiafragmul, traheea,scizurile sau mediastinul) (fig.124).

Stadiul de infecţie a atelectaziei se traduce radiologic (mai ales pe tomografie) prin apariţia în interiorul opacităţii a unor imagini transparente sau hidroaerice de formă neregulată, sugestivă pentru procesele supurative pulmonare.

Dezvoltarea extrabronică poate crea aspecte radiologice variate, în cadrul cărora se pot distinge cîteva forme principale.

Cancerul masiv (nodos) *al hilului* produce o imagine opacă densă, de formă aproximativ semicirculară sau semiovalară, omogenă, cu contururi regulate şi nete, suprapusă peste hil. In cursul dezvoltării, paralel cu creşterea dimensională, apar semnele invaziei parenchimului vecin pe calea limfaticelor: conturul devine neregulat, cu prelungiri liniare dispuse radiar de la periferia formaţiunii tumorale spre marginea cîmpurilor pulmonare, de-a lungul formaţiunilor vasculare şi interstiţiale (fig.125, a).

Modificarea imaginii hilului, prin creşterea dimensiunilor şi opacităţii, decelabilă mai ales pe tomografie, uni- sau bilateral, traduce apariţia adenopatiei tumorale.

Cancerul bronhogen "ramificat" reprezintă forma de cancer central în care tumora primară este în cea mai mare parte acoperită de organele mediastinului, astfel încît pe imaginea radiografică a toracelui se evidenţiază cu predominanţă prelungirile invazive pe calea limfaticelor (fig.125, b).

Cancerul lobar ("pneumonia canceroasă") se constituie prin dezvoltarea progresivă a uneia din formele descrise mai înainte, pînă la cuprinderea în întregime a unui lob. Lobul respectiv apare intens şi omogen opacifiat, mărit de volum, iar scizura vecină poate fi împinsă. Intensitatea mare a opacităţii, prezenţa adenopatiei, dar mai ales persistenţa sau extensia sub tratament, fac posibilă diferenţierea de o pneumonie banală, în situaţia în care cancerul este descoperit în acest stadiu evolutiv (fig.125, c).

In completarea examenului radiologic standard, alte metode de investigare imagistică pot furniza date de mare interes pentru precizarea diagnosticului şi gradului de întindere a procesului tumoral.

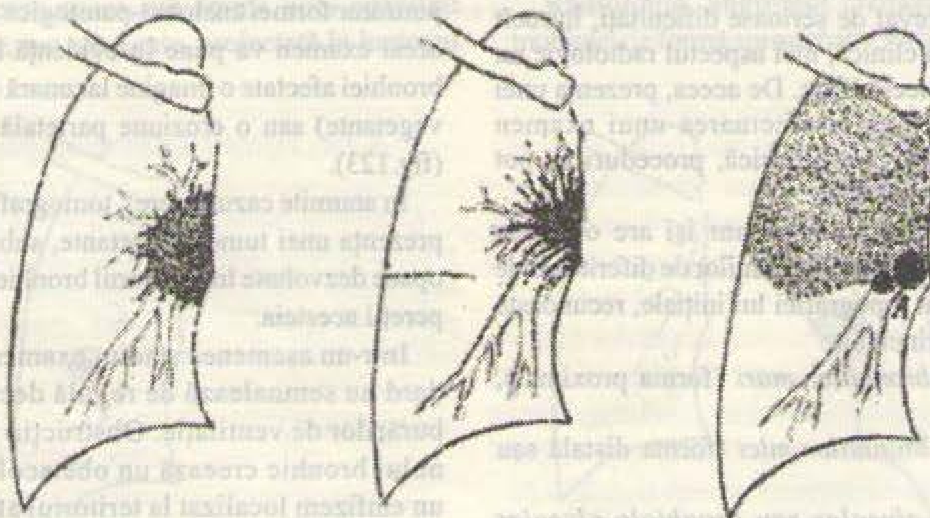


Fig.125. Forme de cancer bronhopulmonar central. a: cancer nodos al hilului; b: cancer bronhogen "ramificat"; c: "pneumonie canceroasă" (A - adenopatie hilară).

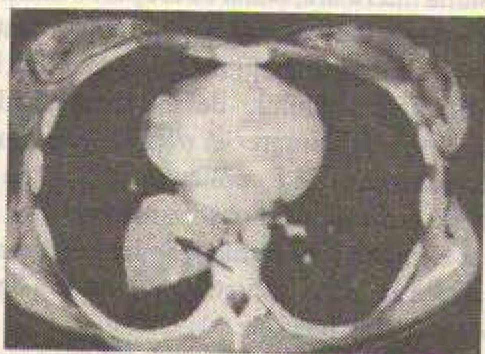


Fig.126. Secţiune CT cu "fereastră" pentru ţesuturi moi. Formaţiunea opacă retrocardiacă (cu trăsături de formaţiune tumorală pe radiografie) nu se detaşează de pericard, care este probabil invadat.

Studiul computer-tomografic este indicat mai ales în evidenţierea rapoartelor tumorii cu organele mediastinale şi al unor detalii structurale inaparente pe radiografie (fig.126).

Examenul scintigrafic de perfuzie (cu Tc 99m) evidenţiază modificările circulatorii consecutive evoluţiei cancerului (fig.127, b). Scintigrafia cu Ga 67, radionuclid care, mai ales sub formă de citrat este frecvent folosit în detecţia ţesuturilor tumorale, relevă natura malignă a unor mase opace (în special adenopatii), cuprinse în ansamblul imaginii (fig.127, c).

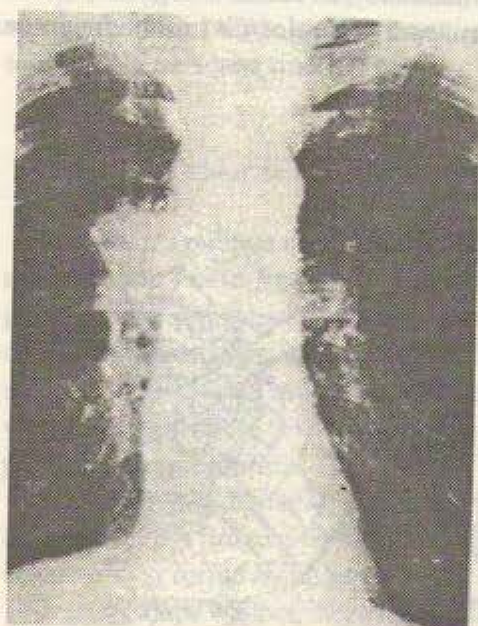
Deşi investigarea scintigrafică nu oferă detalii de mare fineţe, ea prezintă avantajul unei relative facilităţi şi al unei agresivităţi mai reduse în raport cu alte proceduri radiologice (de ex. angiopneumografia).

Complicaţiile cancerului central. In cursul procesului de dezvoltare din aproape în aproape sau pe cale limfatică, cancerul bronhic atinge şi infiltrează uneori pleura, producînd revărsate lichidiene, de obicei cu caracter hemoragic, care realizează imaginea radiologică proprie acestora (fig.128, 2) (vezi şi capitolul consacrat patologiei pleurale).

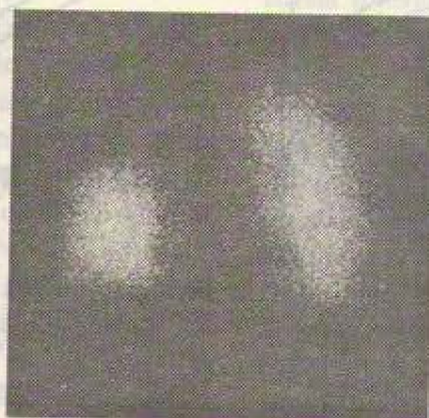
O altă complicaţie (întîlnită de altfel în oricare dintre formele cancerului bronhoulmonar) o reprezintă necroza şi ulceraţia tumorii. Evacuarea ţesutului necrotic printr-o bronhie determină apariţia de imagini transparente sau hidroaerice, comparabile cu cele întîlnite în abcesul sau gangrena pulmonară (fig.128, 1). Testul terapeutic este uneori singurul mijloc de diferenţiere a cancerului excavat de aceste afecţiuni.

5.15.2.2. *Cancerul bronhiilor mici* (periferic sau distal) se dezvoltă din epiteliul bronhiilor de calibru mic (segmentare şi subsegmentare) sau bronhiolelor.

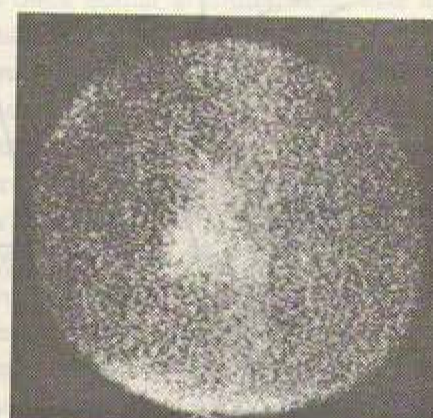
Radiologic, se traduce iniţial printr-o opacitate rotundă sau ovalară, omogenă, cu contururi nete, cu sediul şi dimensiunile variabile, dispusă în plin parenchim pulmonar indemn, fără legătură aparentă cu hilul (fig.129, a).



a



b



c

Fig.127. Carcinom anaplazic al bronhiei lobare superioare drepte. (a) radiografia pulmonară evidenţiază o opacitate semiovalară la polul superior al hilului drept, care este mai intens opac şi de dimensiuni crescute. (b) scintigrafie de perfuzie cu Tc 99m (macroagregate de albumină); absenţa perfuziei lobului superior drept; (c) scintigrafia pulmonară cu Ga 67 citrat, evidenţiind o importantă fixare hilară şi infrahilară dreaptă.

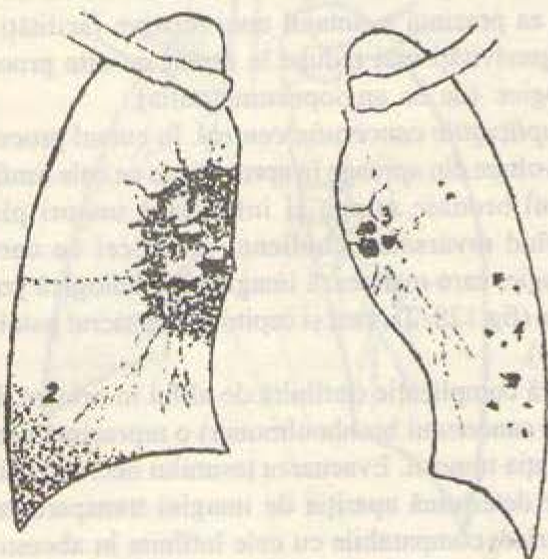


Fig.128. Complicaţii ale cancerului pulmonar central. (1) necroză cu ulceraţie; (2) revărsat pleural tumoral. Sînt prezente, de asemenea, adenopatia hilară (3) şi metastaze (4) controlaterale.

La formarea imaginii concură atît nucleul tumoral propriu-zis, cît şi ţesut pulmonar vecin, atelectatic sau infiltrat.

Avînd în vedere marele număr de afecţiuni care pot realiza imagini similare (chistul hidatic, tumorile benigne, infiltratul Assmann, abcesul neevacuat etc.), diagnosticul diferenţial al unei asemenea forme de cancer bronhopumonar poate fi uneori foarte dificil.

O uşoară "ombilicare" a conturului, care devine bi- sau poli-arcuat, este considerată de unii ca un element caracteristic pentru cancerul distal; în realitate, acest aspect este rar întîlnit în practică.

In evolutia ulterioară, odată cu creşterea dimensională, opacitatea pierde netitatea şi regularitatea contururilor, datorită infiltrării vecinătăţii pe calea spaţiilor limfatice (fig.129, b); la nivelul hilului devine aparentă adenopatia tumorală. Urmărirea progresiei permite consemnarea de modificări însoţitoare şi complicaţii: atelectazia segmentară (mai rar lobară), prin obstruarea bronhiei aferente, necroza şi excavarea cu formare de imagini transparente şi hidroaerice în sînul opacităţii tumorale (fig.129, c), revărsate lichidiene pleurale.

O formă particulară a cancerului periferic o constituie *cancerul vîrfului* (tumora Pancoast-Tobias), care prin invazia sau compresia formaţiunilor nervoase regionale produce dureri violente de tipul plexalgiilor brahiale, însoţite de fenomeme vegetative simpatice (sindromul Claude Bernard – Horner). Radiografiile cu raze "dure" evidenţiază liza totală sau parţială a primelor arcuri costale posterioare, în vecinătatea vîrfului pulmonar (fig. 129, d).

5.15.2.3. *Cancerul alveolar* (bronhiolo-alveolar, parenchimatos) poate prezenta manifestări anatomo-radiologice variate. Forma sub care este descoperit de obicei se caracterizează prin dezvoltarea de multiple tumori mici, cu originea în epiteliul bronhiolelor terminale şi în celulele alveolare. In cea mai mare parte, acestea sînt în realitate diseminări metastatice apărute timpuriu şi evoluînd paralel cu tumora sau tumorile primare de mici dimensiuni.

Radiologic, în asemenea forme, se evidenţiază prezenţa de opacităţi numeroase, de dimensiuni diferite (micro- şi macronodulare), de formă neregulată, similare într-o oarecare măsură focarelor de bronhopneumonie (fig.130, a).

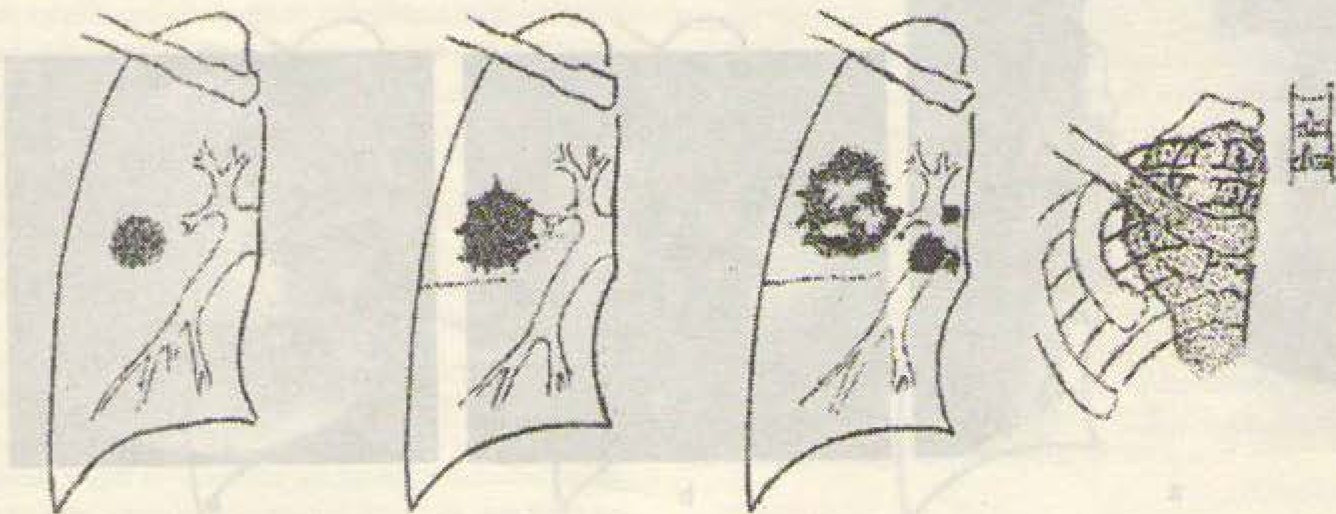


Fig. 129. Aspecte radiologice ale cancerului bronhiilor mici. a-c: cancer periferic în evoluţie; d: cancer al vîrfului, cu liza arcurilor costale posterioare 2 şi 3.

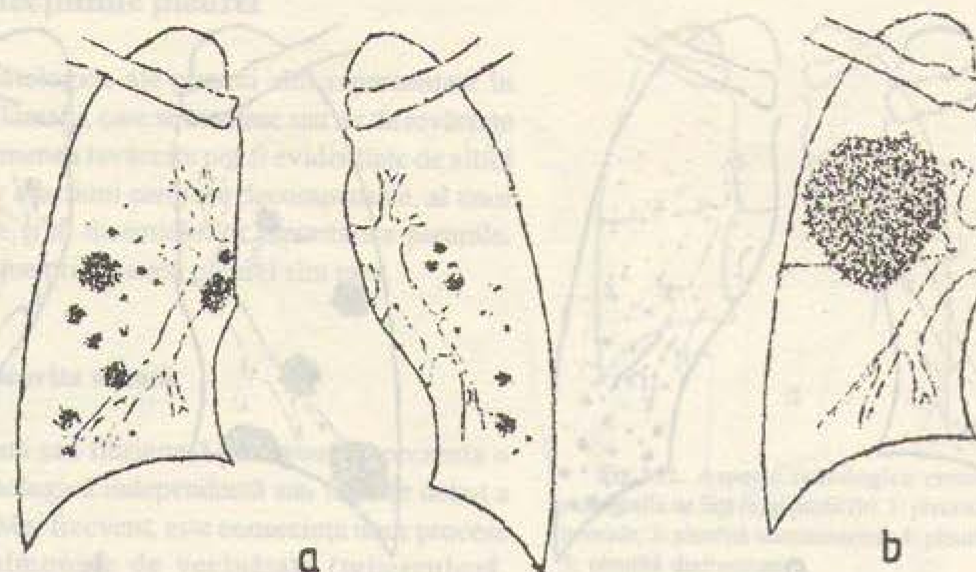


Fig.130. Cancer parenchimatos sau alveolar (a); sarcom pulmonar (b).

5.15.2.4. *Sarcomul pulmonar*. Este o tumoră malignă rară, cu originea în structurile conjunctive, caracterizat printr-o evoluţie rapidă, în cursul căreia poate atinge dimensiuni considerabile.

Radiologic, apare iniţial sub forma unei opacităţi rotunde sau ovalare unice, situată în parenchim aparent indemn. Creşterea rapidă conduce la constituirea unei opacităţi întinse (fig.230, b), care poate interesa un lob în întregime; în acest caz, volumul lobului apare mărit.

Spre deosebire de cancer, care este de regulă apanajul vîrstei de peste 40 de ani, sarcomul pulmonar poate fi întîlnit şi la persoane tinere şi copii.

5.15.3. Tumorile maligne secundare

Localizarea pulmonară a metastazelor diferitelor tumori maligne este foarte frecventă. Tumorile metastatice ale plămînului se pot constitui fie prin extensie directă sau pe cale limfatică de la un organ învecinat (în cazul cancerului mamar, mediastinal sau al pereţilor toracici), fie prin vehicularea emboliilor tumorale pe calea circulaţiei pulmonare sau bronhice.

5.15.3.1. *Metastazele hematogene* sînt cele mai frecvente şi pot proveni de la tumori maligne primare cu orice sediu şi formă histologică.

Teoretic, după Walther, incidenţa metastazelor pulmonare ale unei anumite tumori primare depinde de sediul acesteia, implicit de calea de diseminare a emboliilor tumorale. Astfel, plămînul constituie primul "filtru" pentru emboliile vehiculate pe calea venelor cave, provenind din tumori maligne primare localizate în piele, os, sîn, tiroidă, creier, rinichi, testicul; el reprezintă al doilea filtru pentru emboliile tumorale cu provenienţă din organele tubului digestiv, vehiculate pe calea venei porte, şi al treilea filtru în cazul tumorilor maligne primare pulmonare.

Această sistematizare, de largă circulaţie în literatură, se vădeşte lipsită de valoare practică, întrucît nu permite nici anticiparea probabilităţii apariţiei metastazelor pulmonare în evoluţia unei tumori primare cu o anumită localizare, nici identificarea sediului tumorii primare, în cazul în care acesta nu este cunoscut în momentul apariţiei metastazelor.

Metastazele pulmonare hematogene se manifestă radiologic sub aspecte extrem de variate, creînd deseori probleme dificile de diagnostic diferenţial; clasificarea curent folosită, după număr şi dimensiuni, este aproximativă şi schematică.

Metastazele micronodulare se traduc prin opacităţi de mici dimensiuni (cu diametrul de pînă la cîţiva milimetri), de formă rotundă, omogene, cu contururi nete sau uşor şterse, diseminate neregulat în ambele cîmpuri pulmonare, predominant la baze, unde au şi dimensiuni mai mari. Multitudinea opacităţilor şi dimensiunile lor justifică termenul de "carcinoză miliară", cu care sînt etichetate unele forme de manifestare radiologică (fig.131, a)

Creşterea dimensională relativ rapidă, apariţia de noi opacităţi pe teritorii anterior indemne, de la un examen la altul, ca şi evidenţierea unor hiluri mărite prin adenopatia neoplazică, reprezintă criterii importante de diagnostic diferenţial, în situaţia în care prezenţa unei tumori primare nu este cunoscută.

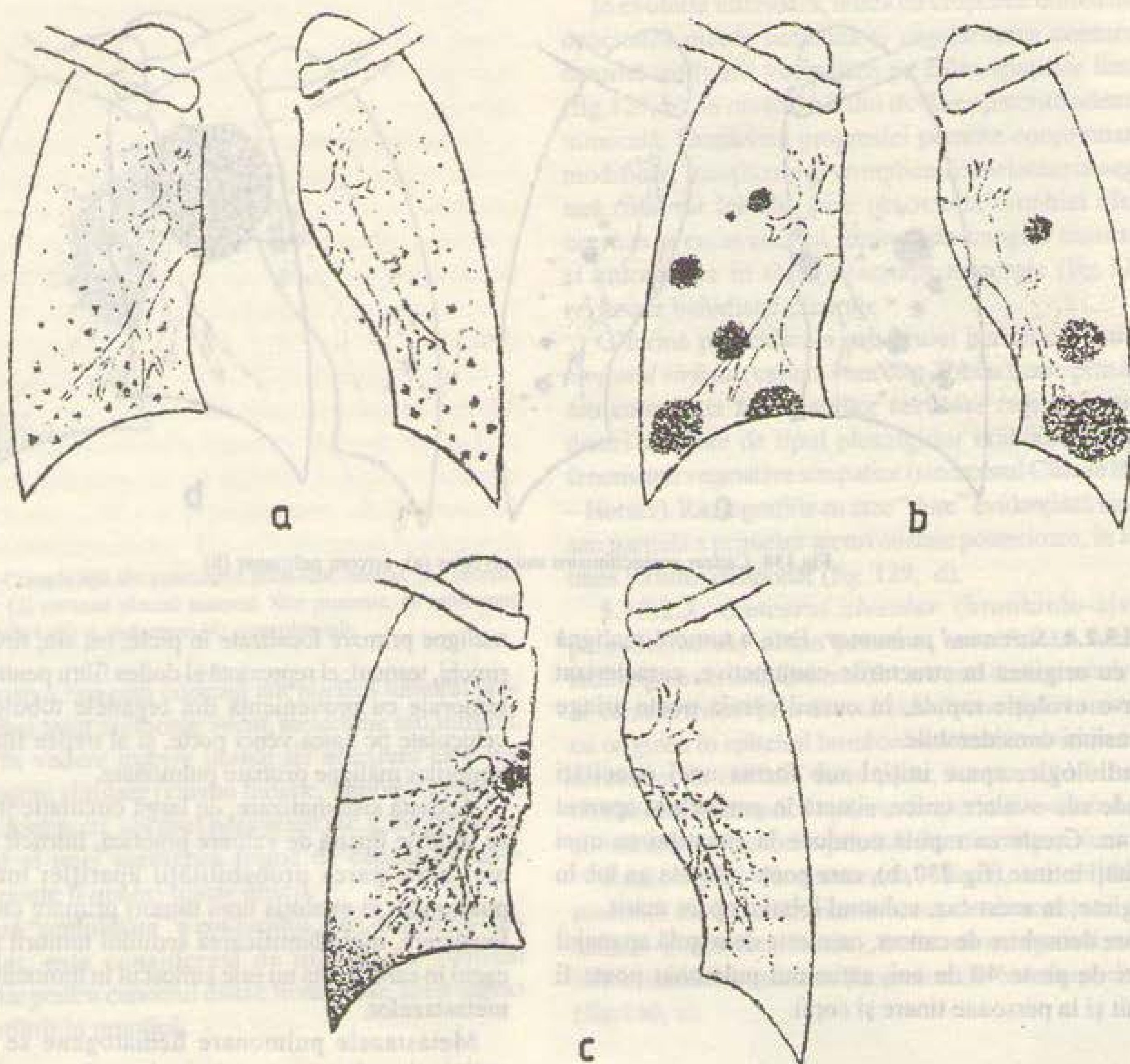


Fig.131. Aspecte radiologice produse de metastazele pulmonare. a: metastaze hematogene micronodulare (adenocarcinom mucoid al ovarului); realizînd în cîmpurile mijlocii aspectul de carcinoză miliară; b: metastaze maronodulare (seminom testicular); c: metastaze limfogene (cancer mamar).

Metastazele macronodulare apar ca opacităţi de formă rotundă, mai mult sau mai puţin regulată, omogene, de intenstate medie, de obicei bine conturate, cu diametrul de la 1 la cîţiva cm, dispuse neregulat în cîmpurile pulmonare (fig.131, b); de regulă sînt mai numroase şi au dimensiuni mai mari în regiunile bazale.

Metastazele macronodulare pot fi unice (foarte rar) sau multiple. In primul caz, diagnosticul diferenţial cu numeroasele afecţiuni care produc opacităţi rotunde unice este deseori dificil; el se bazează în principal pe creşterea dimensională relativ rapidă (care nu este însă o regulă generală) şi pe prezenţa anamnestică a unei tumori primare maligne (de obicei tub digestiv sau rinichi).

Diseminările metastatice macronodulare multiple realizează aspecte caracteristice sau chiar patognomonice mai ales în cazul seminomului şi cancerului tiroidian.

5.15.3.2. *Metastazele limfogene*, întîlnite cel mai frecvent în evoluţia tumorilor maligne ale sînului, mediastinului şi pleurei, produc opacităţi liniare dispuse pe traiectul interstiţiului, predominant perihilar şi spre baze, iradiind dinspre hil spre periferie (fig.131, c). Prezenţa simultană de metastaze hematogene şi adenopatii neoplazice hilare constituie elemente importante de diagnostic pozitiv şi diferenţial al limfangiozei tumorale.

5.16. Afecțiunile pleurei

Procesele patologice ale pleurei sînt reprezentate în principal de inflamații, care se însoțesc sau nu de revărsate lichidiene. Asemenea revărsate pot fi evidențiate de altfel şi în cazul unor afecțiuni cardiace decompensate, al unor afecțiuni renale şi al diseminărilor metastatice pleurale. Tumorile maligne primare ale pleurei sînt rare.

5.16.1. Pleurita uscată

Pleurita uscată sau fibrinoasă pură poate reprezenta o manifestare patologică independentă sau faza de debut a unei pleurezii. Mai frecvent, este consecința unor procese patologice pulmonare de vecinătate (tuberculoză, pneumonii, supurații).

Depozitele de fibrină, de grosime variabilă, se constituie de obicei pe pleura parietală, foița viscerală rămînînd puțin modificată; dacă în cursul evoluției ele se depun pe ambele pleure, se pot forma aderențe (simfize) de întindere mai mare sau mai mică.

Pleuritele uscate produc imagini radiologice ce depind esențial de gradul de îngroşare a pleurei, şi de incidența în care sînt examinate. In general, ele realizează reduceri ale transparenței pulmonare pe arii limitate, depăşind rareori intensitatea unui voal. Dacă sînt aduse în proiecție tangențială, imaginile patologice se reduc la opacități liniare cu contururi nete sau şterse, care dublează pe o anumită porțiune conturul intern al peretelui toracic. Frecvent, pot fi evidențiate modificări de vecinătate, de importanță şi întindere variabilă, ale parenchimului pulmonar.

5.16.1.1. *Pleurita vîrfului* este frecvent întîlnită în evoluția tuberculozei, însoțind de obicei leziunile minore constituite în cursul diseminărilor din faza primară. Datorită proiecției tangențiale a pleurei domului apical, este în general uşor de evidențiat, mai ales sub forma îngroşării şi accentuării opacității însoțitoare a coastelor I sau II, care capătă şi contururi şterse; regiunea apicală respectivă apare voalată (fig.132, a,1).

5.16.1.2. *Pleurita diafragmatică* poate fi consecința unui proces inflamator abdominal; reducerea transparenței regiunii bazale a cîmpului pulmonar respectiv se însoțeşte de ştergerea conturului diafragmului şi reducerea mişcărilor respiratorii ale acestuia (fig.132, a,5).

Scizuritele se traduc radiologic prin opacități liniare sau în bandă, dispuse pe traiectul scizurilor, evidențiabile, în funcție de localizare, pe imaginea de față sau de profil (fig.132, a şi b).

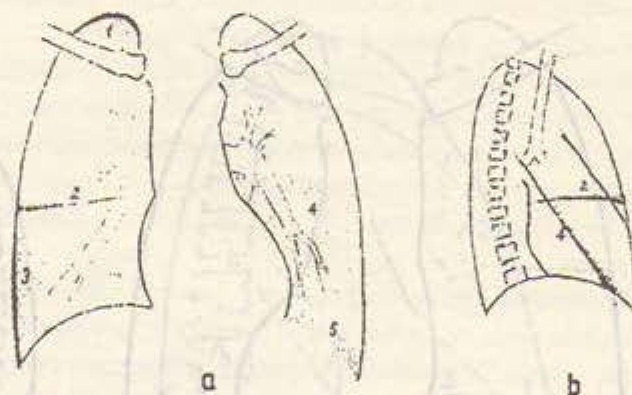


Fig.132. Aspecte radiologice create de pleuritele uscate, pe radiografia de față (a) şi profil (b). 1: pleurita vîrfului; 2: scizurita micului interlob; 3: pleurită laterotoracică; 4: pleurita scizurii interlobare stîngi; 5: pleurită diafragmatică.

In unele cazuri, îngroşările masive ale scizurilor oblice pot produce opacități de intensitate slabă, extinse pe arii mari, a căror apartenență la scizură poate fi precizată numai pe imaginea de profil (fig.132, a şi b, 4).

Evoluția pleuritelor se soldează frecvent cu sechele evidențiabile radiologic: îngroşări fibroase (pahipleurite), bride sau simfize ale foițelor pleurale.

5.16.2. Revărsatele lichidiene pelurale

Indiferent de natura lor (pleurezii serofibrinoase sau purulente, transsudate, revărsate hemoragice traumatice sau tumorale), revărsatele lichidiene pleurale produc imagini radiologice similare, care depind în esență de cantitatea de lichid prezentă, starea foițelor pelurale şi a parenchimului pulmonar vecin.

In funcție de starea cavității pleurale, revărsatele se manifestă fie sub forma revărsatului liber, fie sub cea a revărsatului închistat în diferite regiuni ale acestei cavități.

5.16.2.1. *Revărsatele pleurale libere* în marea cavitate realizează aspecte radiologice care depind de cantitatea de lichid prezentă. O cantitate de lichid redusă (150-200 ml) ocupă de regulă unul din fundurile de sac costo-diafragmatice posterioare, producînd opacifierea discretă a acestuia, vizibilă numai pe imaginea de profil (fig.133, b).

In unele cazuri, colecțiile lichidiene mici, proprii pleureziilor incipiente, se formează şi se mențin în regiunea supradiafragmatică a cavității pleurale. In dreapta, ele simulează o ascensiune uşoară a hemidiafragmului (fig.133, a), iar în stînga creează o opacitate în bandă, interpusă între camera de aer gastrică şi baza plămînului (aspect de "îngroşare" a diafragmului, fig.133 a).

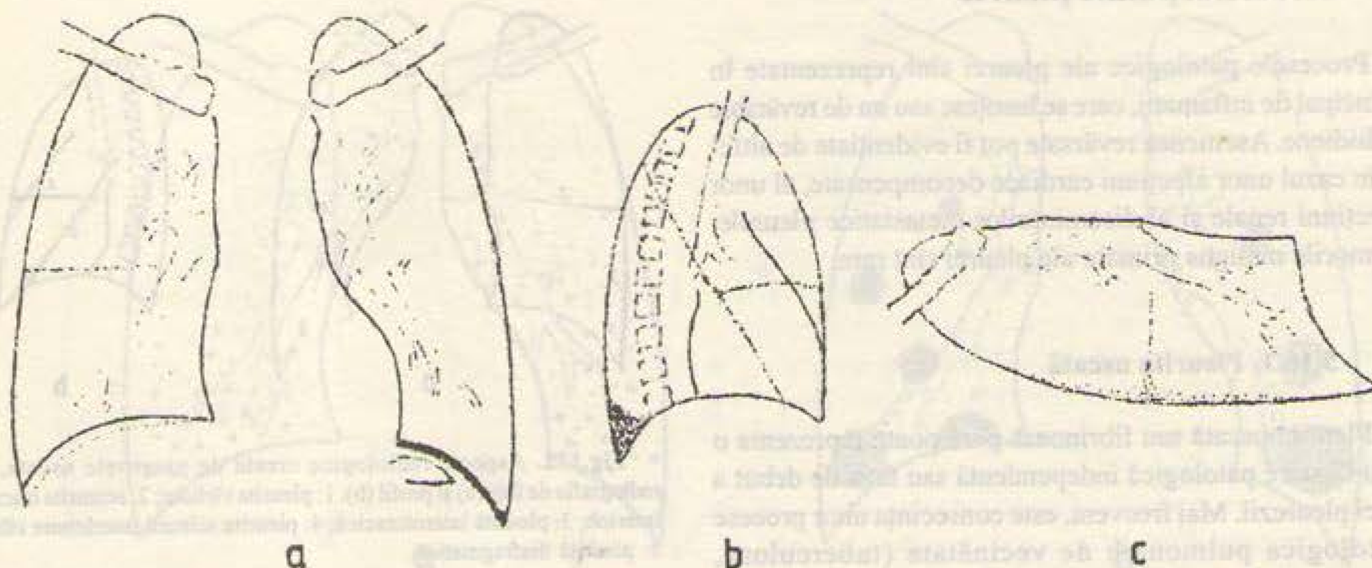


Fig.133. Aspecte radiologice create de revărsate lichidiene în cantitate redusă. a: aparenta ascensiune a hemidiafragmului drept, "îngroşarea" hemidiafragmului stîng; b: opacifierea sinusului costo-diafragmatic posterior pe imaginea de profil; c: examenul în decubit lateral evidenţiază lichidul mobilizat în regiunea devenită declivă a cavităţii peurale, care înainte se situa supradiafragmatic.

In decubit lateral, lichidul de mobilizează, devenind aparent în regiunea cavităţii pleurale devenită declivă.

In cazul unei cantităţi de lichid ce depăşeşte 200-300 ml, opacitatea se extinde la nivelul sinusului costodiafragmatic lateral şi anterior pe care le ocupă, proiectîndu-se peste elementele structurale ale plămînului situate în regiunea bazală externă. Pe măsura creşterii volumului revărsatului (peste 400-500 ml), opacitatea se extinde din ce în ce mai sus, acoperind cîmpul pulmonar şi capătînd un aspect caracteristic.

Revărsatul lichidian în cantitate mare produce o opacitate intensă, omogenă, cu limita superioară concavă în sus, descinzînd dinafară înăuntru (fig.134, b). Intensitatea opacităţii este maximă în regiunea laterală a hemitoracelui respectiv; ea se reduce treptat în sus şi înăuntru. Deseori, transparenţa regiunii superioare a plămînului, neacoperită de lichid, este uşor diminuată, marcînd un grad corespunzător de hipoventilaţie (datorată compresiei exercitate de lichid).

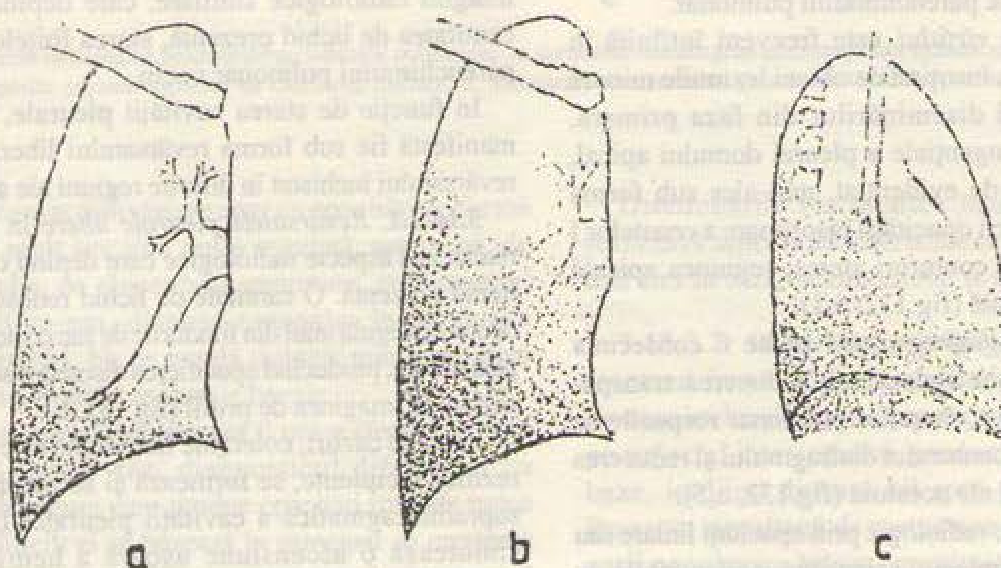


Fig.134. Aspecte radiologice ale revărsatelor lichidiene libere în marea cavitate pleurală. a: în cantitate moderată; b: în cantitate mare; c: imagine de profil.

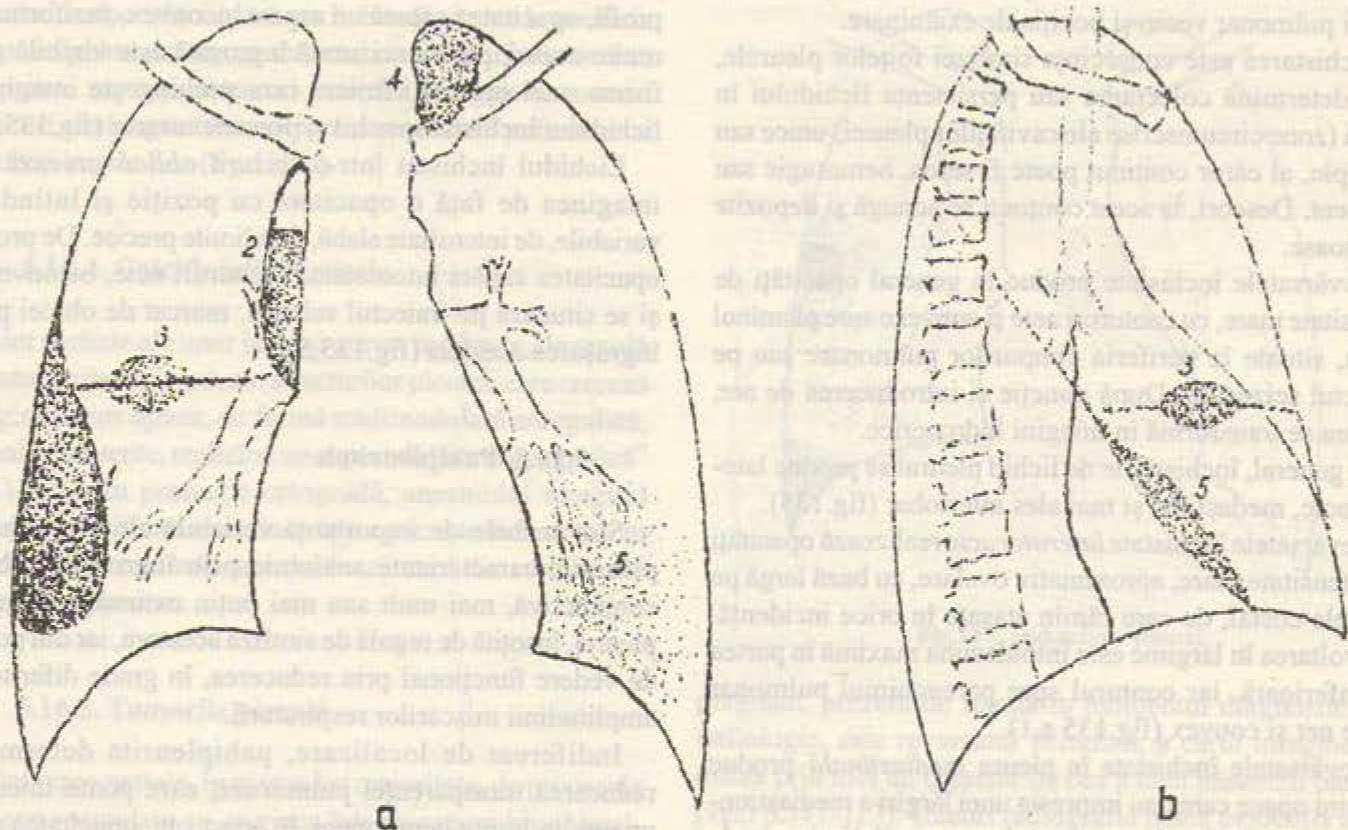


Fig.135. Aspecte radiologice create de revărsatele inchistate, pe imaginea de faţă (a) şi de profil (b). 1: laterotoracic; 2: mediastinal (după puncţie); 3: în mica scizură; 4: apical; 5: în marea scizură.

Limita superioară a opacităţii lichidiene, destul de dificil de precizat datorită conturului imprecis, corespunde cu aproximaţie curbei Damoiseau stabilită la examenul percutoric.

In cazuri rare, lichidul ocupă întreaga cavitate pleurală, opacifiind în totalitate cîmpul pulmonar respectiv; chiar în această situaţie, o radiografie corect executată pune în evidenţă diminuarea intensităţii dinspre bază spre regiunea vîrfului.

Nivelul superior al opacităţii lichidiene este sensibil influenţat de starea parenchimului pulmonar subjacent. Un plămîn indemn, elastic, colabează cu uşurinţă la presiunea lichidului, care se acumulează în regiunea declivă a cavităţilor pleurale. Dimpotrivă, un plămîn condensat sau scleros colabează puţin, obligînd lichidul să se ridice, pe măsura formării lui, în regiunile suprioare ale toracelui.

De profil, opacitatea lichidiană prezintă o limită superioară concavă în sus, avînd nivelul cel mai ridicat de obicei în vecinătatea peretelui posterior al toracelui (fig.134, c). Este caracteristic faptul că, datorită contactului nemijlocit cu lichidul, conturul hemidiafragmului respectiv se şterge total din imagine.

La examenul în decubit, opacitatea se extinde mai mult sau mai puţin uniform pe întreaga arie pulmonară, pierzîndu-şi conturul superior şi diminuîndu-şi intensitatea. Această modificare de aspect este caracteristică şi poate servi ca element de diagnostic diferenţial.

Pe măsura creşterii cantităţii de lichid pleural, devin evidente modificări de vecinătate, constînd în împingerea organelor mediastinale, lărgirea spaţiilor intercostale şi coborîrea hemidiafragmului, vizibilă în stînga prin deformarea camerei de aer a stomacului. Mobilitatea hemidiafragmului respectiv este diminuată.

Evoluţia spre vindecare a revărsatelor lichidiene pleurale poate conduce la rezoluţie totală, fără modificări radiologice restante; mai frecvent, îndeosebi în cazul unei evoluţii lungi, aceasta se soldează cu îngroşări fibroase şi simfize ale foiţelor pleurale, traduse prin neregularităţi ale conturului diafragmatic şi obstrucţii ale sinusului costo-frenic.

In cursul puncţiilor evacuatorii, pătrunderea unei cantităţi de aer în cavitatea pleurală determină apariţia unei imagini hidroaerice, care, în toate incidenţele, rămîne ataşată de peretele toracic.

5.16.2.2. *Revărsatele pleurale închistate* creează aspecte radiologice foarte variate, în funcţie de sediul

închistării, cantitatea de lichid prezentă, starea parenchimului pulmonar vecin şi poziţia de examinare.

Inchistarea este consecinţa simfizei foiţelor pleurale, care determină colectarea sau persistenţa lichidului în pungi (zone circumscrise ale cavităţilor pleurei) unice sau multiple, al căror conţinut poate fi seros, hemoragic sau purulent. Deseori, la acest conţinut se adaugă şi depozite fibrinoase.

Revărsatele închistate produc în general opacităţi de intensitate mare, cu contururi nete şi convexe spre plămînul vecin, situate la periferia cîmpurilor pulmonare sau pe traiectul scizurilor. După puncţie şi introducerea de aer, acestea se transformă in imagini hidroaerice.

In general, închistările de lichid pleural se produc laterotoracic, medastinal şi mai ales interlobar (fig.135).

Revărsatele închistate *laterotoracic* realizează opacităţi de intensitate mare, aproximativ ovalare, cu bază largă pe peretele costal, de care rămîn ataşate în orice incidenţă. Dezvoltarea în lărgime este întotdeauna maximă în partea lor inferioară, iar conturul spre parenchimul pulmonar apare net şi convex (fig.135 a,1).

Revărsatele închistate în pleura *mediastinală* produc imagini opace care dau impresia unei lărgiri a mediastinului spre unul din cîmpurile pulmonare; delimitarea de acesta se face printr-un contur net, de obicei uşor convex (fig.135,a,2.)

Prezenţa lichidului închistat la nivelul *scizurii orizontale* se traduce pe imaginea de faţă printr-o opacitate rotundă sau ovalară, mai rar în bandă, suspendată în cîmpul pulmonar drept, între hil şi peretele lateral al toracelui; de profil, opacitatea capătă un aspect biconvex, fuziform. In multe cazuri, pleura scizurală îngroşată este vizibilă sub forma unei opacităţi liniare care prelungeşte imaginea lichidului închistat spre hil şi peretele toracic (fig.135,3).

Lichidul închistat într-o *scizură oblică* creează pe imaginea de faţă o opacitate cu poziţie şi întindere variabile, de intensitate slabă, fără limite precise. De profil, opacitatea capătă întotdeauna contururi nete, biconvexe, şi se situează pe traiectul scizurii, marcat de obicei prin îngroşarea acesteia (fig.135,5).

5.16.3. Pahipleuritele

Sînt sechele de importanţă variabilă ale afecţiunilor pleurale, caracterizate anatomic prin îngroşarea fibroconjunctivă, mai mult sau mai puţin extinsă, a foiţelor pleurei, însoţită de regulă de simfiza acestora, iar din punct de vedere funcţional prin reducerea, în grade diferite, a amplitudinii mişcărilor respiratorii.

Indiferent de localizare, pahipleurita determină reducerea transparenţei pulmonare, care poate interesa uneori un întreg hemitorace. In acest caz, opacitatea este intensă, uneori neomogenă prin prezenţa simultană a calcificărilor şi se însoţeşte de retracţii ale peretelui toracic, mediastinului şi diafragmului (fig.136,a).

Formele circumscrise (apicale, axilare, costo-diafragmatice, mediastinale, interlobare) produc reduceri localizate

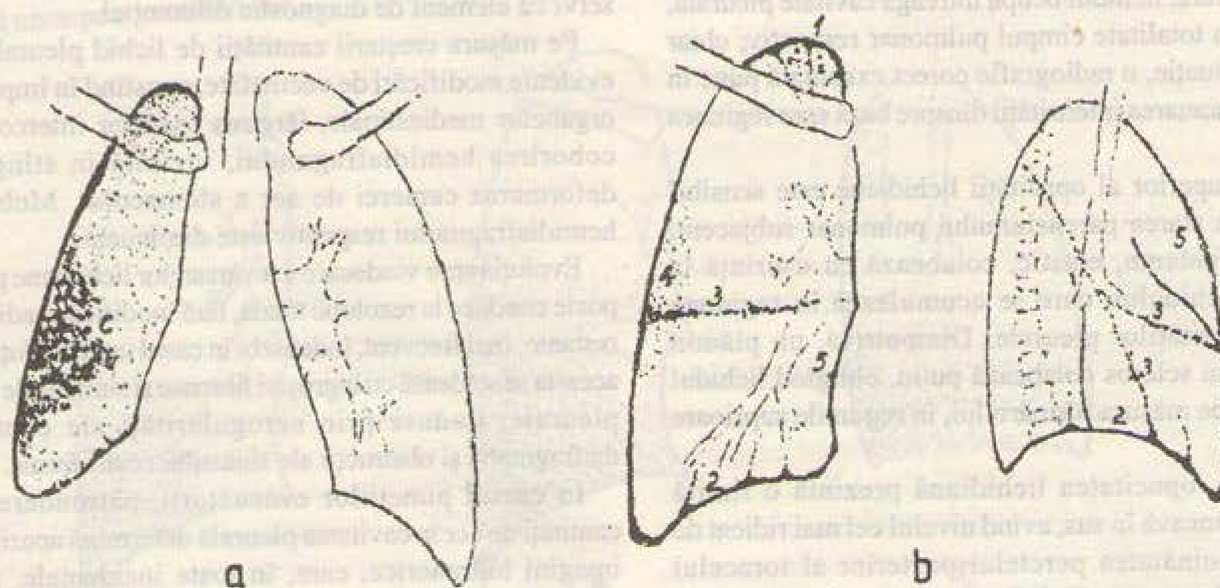


Fig.136. Aspecte radiologice produse de pahipleurite. a: pahipleurită a marii cavităţi drepte, cu calcificări (C); b: forme circumscrise de pahipleurită: apicală (1), diafragmatică (2), scizurală (3), laterotoracică (4), mediastinală (5).

de transparenţă, care, atunci cînd se proiectează tangenţial se reduc la opacităţi liniare sau în bandă situate la periferia cîmpului pulmonar sau pe traiectul unei scizuri. Acestea au intensitate mare şi contururi nete dar neregulate, cu mici dinţături, prelungite frecvent spre parenchimul pulmonar cu opacităţi liniare fine (fig.136 b).

5.16.4. Calcificările pleurale

Sînt sechele ale unor leziuni grave, profunde, de regulă de natură tuberculoasă, ale structurilor pleurei, care creează imagini intens opace, de formă multinodulară neregulată, parţial confluente, realizînd un aspect de "hartă geografică" (fig.136,a). In proiecţie ortogradă, ansamblul imaginii plajei de calcificări se reduce la o opacitate liniară sau în bandă, foarte intensă, care dublează unul din contururile cîmpului pulmonar.

5.16.5. Tumorile pleurei

Sînt reprezentate, în marea lor majoritate, de procesele maligne secundare cu originea într-un cancer bronhopulmonar sau mamar. Tumorile primare, benigne (fibroame, angioame, lipoame) sau maligne (endoteliomul, sarcomul) sînt rarităţi.

5.16.5.1. *Tumorile benigne*, excepţional diagnosticate radiologic se prezintă ca opacităţi rotunde sau ovalare, omogene, bine delimitate; ele nu pot fi disociate în nici o incidenţă de peretele toracic.

5.16.5.2. *Tumorile maligne primare.* Forma cea mai frecventă, *endoteliomul*, îşi are originea în endoteliul vaselor limfatice pleurale şi evoluează iniţial ca o tumoare localizată. Aceasta se manifestă radiologic ca o opacitate intensă, aproximativ rotundă sau ovalară, mai rar policiclică, cu bază largă parietală. Imaginea traduce îngroşarea prin infiltraţie neoplazică a pleurei viscerale sau parietale; în vecinatatea ei, parenchimul pulmonar poate fi invadat de mici noduli, produşi de diseminarea tumorală locală (fig.137).

In cursul evoluţiei endoteliomului apare curînd un revărsat lichidian sero-fibrinos sau hemoragic însoţitor, fără nici o trăsătură radiologică de specificitate.

5.16.5.3. *Metastazele pleurale* sînt foarte frecvent descoperite în evoluţia unor tumori primare, cum sînt cele pulmonare, mamare sau ovariene. In cazuri rare, ele pot apare sub aspectul unor opacităţi de formă variată (liniare sau nodulare), unice sau multiple produse de limfangita carcinomatoasă. Elementul cel mai constant şi mai

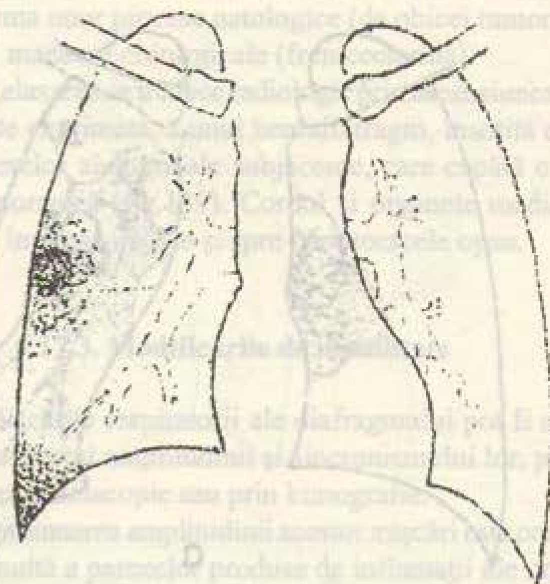


Fig.137. Endoteliom pleural.

pregnant, prezent de regulă în momentul diagnosticului radiologic, este revarsătul lichidian, a cărui imagine nu diferă prin nici un caracter de cea a unei pleurezii banale (vezi p.111-113). Uneori radiografia poate evidenţia concomitent, la nivelul parenchimului pulmonar, aspecte de limfangioză tumorală, care sînt sugestive pentru natura revărsatului.

5.16.6. Pneumotoraxul

Constă din prezenţa aerului în cavitatea pleurală; el se poate constitui prin manevre terapeutice sau accidental ("spontan" sau ca urmare a unui traumatism). Aerul pătruns suprimă vidul pleural, îndepărtează foiţele pleurale una de cealaltă şi determină colabarea, în grade diferite, a plămînului spre hil.

Radiologic, pneumotoraxul determină o imagine caracteristică, de hipertransparenţă total lipsită de structuri vasculare, de lărgime variabilă (în funcţie de cantitatea de aer prezentă), dispusă la periferia cîmpului pulmonar.

In cazul unei cavităţi pleurale libere, zona hipertransparentă se întinde pe întreg conturul unui hemitorace, în timp ce plămînul colabat apare situat intern, în jurul hilului; el prezintă o transparenţă redusă şi este delimitat în afară de o linie opacă fină, reprezentînd pleura viscerală (pneumotoraxul total) (fig.138,a).

In prezenţa aderenţelor, imaginea hipertransparentă este limitată la o zonă circumscrisă a periferiei hemitoracelui, iar colabarea plămînului este incompletă; ea poate interesa, de exemplu, un singur lob (fig.138,a,

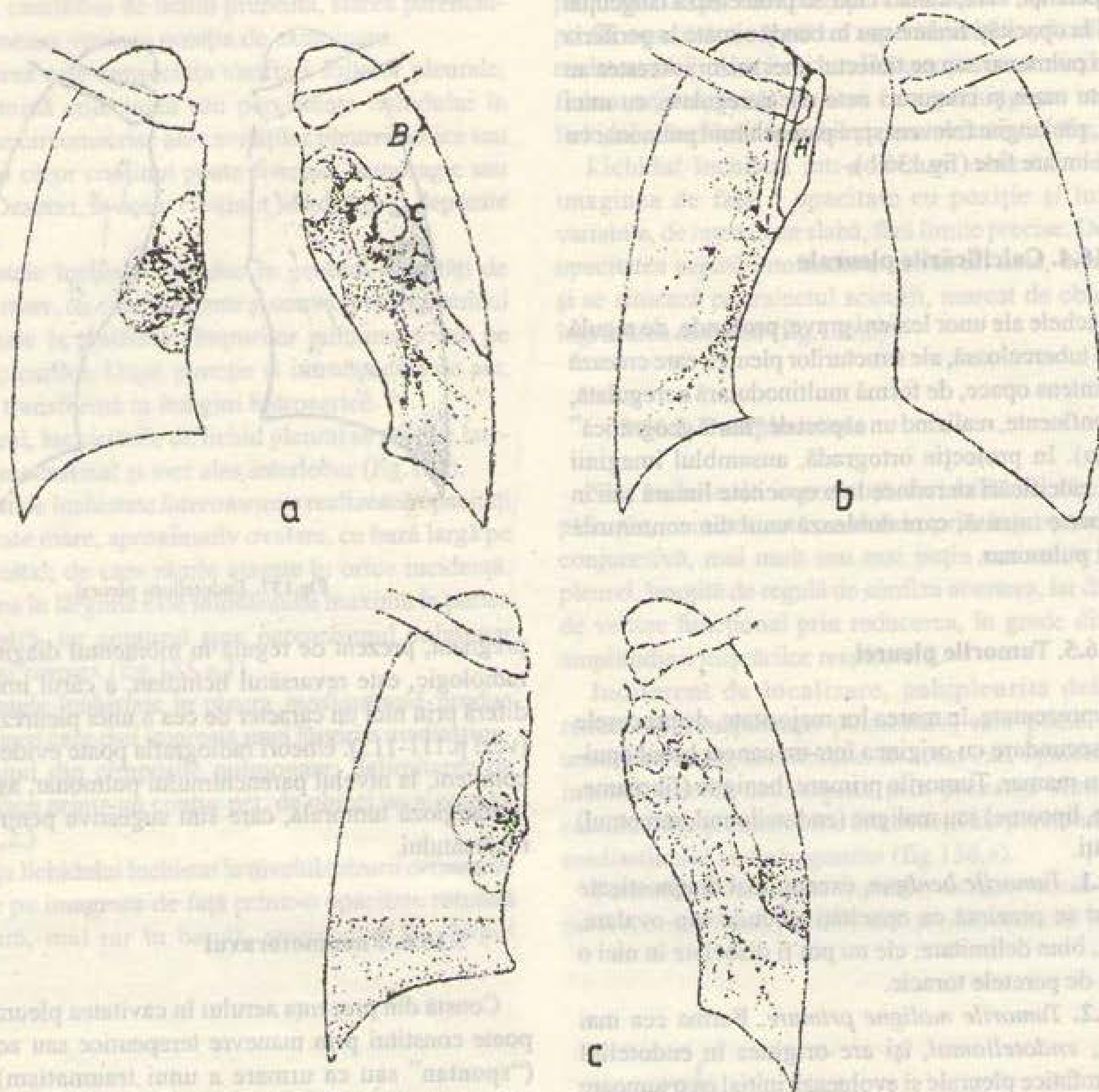


Fig.138. Aspecte radiologice create de pneumotorax. a: pneumotorax total (dreapta) şi parţial (stînga); B - bridă, C - cavernă; b: pneumotorax cu supapă şi hernie mediastinală (H); c: hidropneumotorax.

stînga). Uneori, simfizele pleurale sub formă de bride apar ca imagini opace liniare, care unesc cele două foiţe ale pleurei, proiectîndu-se pe fondul hipertransparent (fig.138,a,B). In special în cazul pneumotoraxului parţial, pot fi evidenţiate la nivelul plămînului respectiv modificările patologice care au determinat instituirea lui, de regulă leziuni tuberculoase exsudative sau cavitare (fig.138,a,C).

In cazul pneumotoraxului accidental se poate crea un mecanism de supapă, care creşte considerabil presiunea aerului în cavitatea pleurală; hipertransparenţa avasculară se extinde pe toată aria hemitoracelui, plămînul intens colabat este împins împreună cu mediastinul spre partea opusă, dispărînd din imagine (fig.138,b). Creşterea de volum a cavităţii hemitoracelui se traduce prin lărgirea spaţiilor intercostale şi coborirea hemidiafragului, ale cărui mişcări sînt diminuate sau abolite.

Pleura parietală mediastinală este împinsă controlateral, dincolo de marginea coloanei vertebrale, apărînd în cîmpul pulmonar opus ca o opacitate liniară, paralelă cu pedicului vascular al cordului ("hernia mediastinală") (fig.138,b,H).

In cursul evoluţiei, aerul se resoarbe treptat, simultan cu reexpansiunea plămînului. Uneori însă, pneumotoraxul se poate complica cu un revărsat lichidian, constituindu-se un hidropneumotorax, tradus radiologic printr-o imagine hidroaerică situată la periferia cîmpului pulmonar (fig.138 c).

5.17. Afecţiunile diafragmului

Patologia diafragmului este dominată de modificările de poziţie, de tonus şi de mobilitate.

5.17.1. Modificările de poziţie

Poziţia înaltă a uneia sau ambelor cupole diafragmatice poate fi consecinţa unor procese patologice aspirative sau retractile intratoracice (atelectazii, fibroze întinse, pahipleurite), a unor procese care cresc presiunea abdominală (meteorism, ascită, tumori voluminoase, hepato- sau splenomegalie, abcese hepatice sau perinefritice etc.) sau a reducerii şi abolirii tonusului musculaturii organului (în parezele inflamatorii şi în paralizii, inclusiv cea produsă de frenicectomie).

Poziţia joasă se datorează reducerii capacităţii retractile a plămînului (în emfizem), creşterii presiunii intratoracice (în revărsatele lichidiene pleurale abundente şi în pneumotoraxul cu supapă) sau reducerii presiunii intraabdominale (tipul constituţional astenic, ptoze viscerale importante).

5.17.2. Modificările de tonus

Reducerea sau abolirea tonusului diafragmatic, aşa-numita "relaxare diafragmatică", poate fi congenitală, avînd la bază o stare displazică a musculaturii unei întregi cupole sau a unei porţiuni limitate a acesteia.

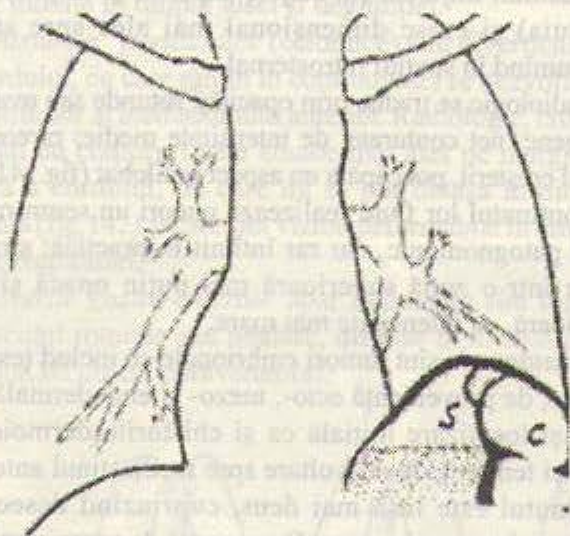


Fig.139. Relaxare a hemidiafragmului. Prezenţa polului superior al stomacului (S) şi unghiului splenic al colonului (C) în regiunea bazală a hemitoracelui.

Relaxarea dobîndită este urmarea lezării nervului frenic în urma unor procese patologice (de obicei tumorale) sau unei manevre chirurgicale (frenicectomia).

Relaxarea se traduce radiologic prin ascensiunea, uneori foarte exprimată, a unui hemidiafragm, însoţită de cea a viscerelor abdominale subjacente, care capătă o poziţie intratoracică (fig.139). Cordul şi organele mediastinale apar împinse înainte şi spre hemitoracele opus.

5.17.3. Modificările de mobilitate

Mişcările respiratorii ale diafragmului pot fi studiate, sub aspectul amplitudinii şi sincronismului lor, prin examenul radioscopic sau prin kimografie.

Diminuarea amplitudinii acestor mişcări este consecinţa obişnuită a parezelor produse de inflamaţii ale organelor sub- sau supradiafragmatice. Abolirea lor este, ca şi apariţia de mişcări paradoxale, apanajul paraliziilor nervului frenic şi relaxării diafragmatice.

5.18. Afecţiunile mediastinului

Mediastinul reprezintă regiunea anatomică mediană a toracelui, delimitată anterior de stern, posterior de coloana vertebrală, lateral de pleurele mediastinale (care învelesc feţele mediale ale plămînilor), inferior de diafragm; cranial, mediastinul se continuă, prin orificiul superior al toracelui, cu ţesuturile regiunii cervicale.

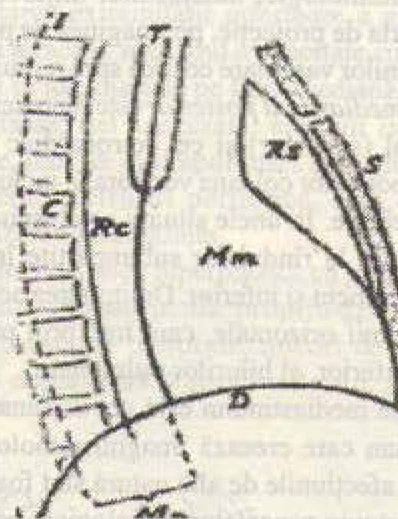
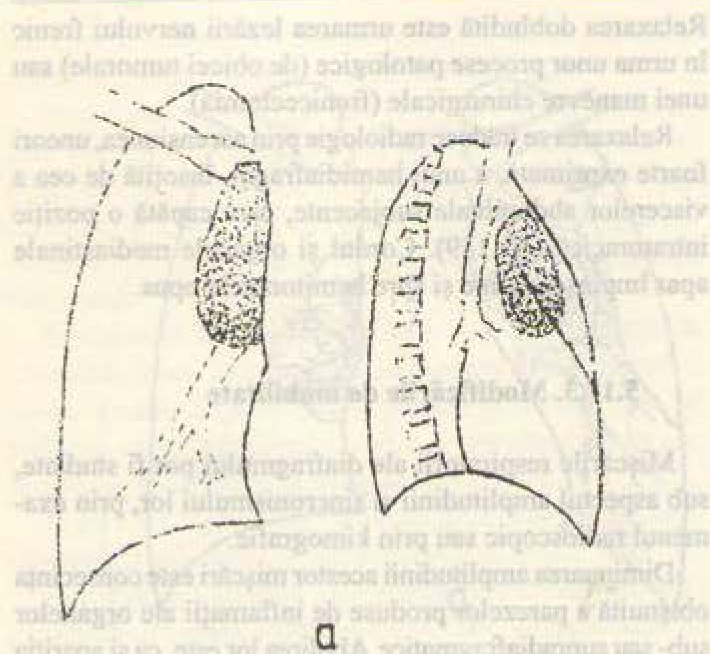


Fig.140. Subdiviziunile topografice ale mediastinului. S; stern; T: trahee; C: coloana vertebrală; I: linia de inserţie a coastelor; D: diafragm; Rs: spaţiul retrosternal; Mm: mediastinul mijlociu; Mp: mediastinul posterior; Rc: spaţiul retrocardiac; Cv: şanţul costovertebral.



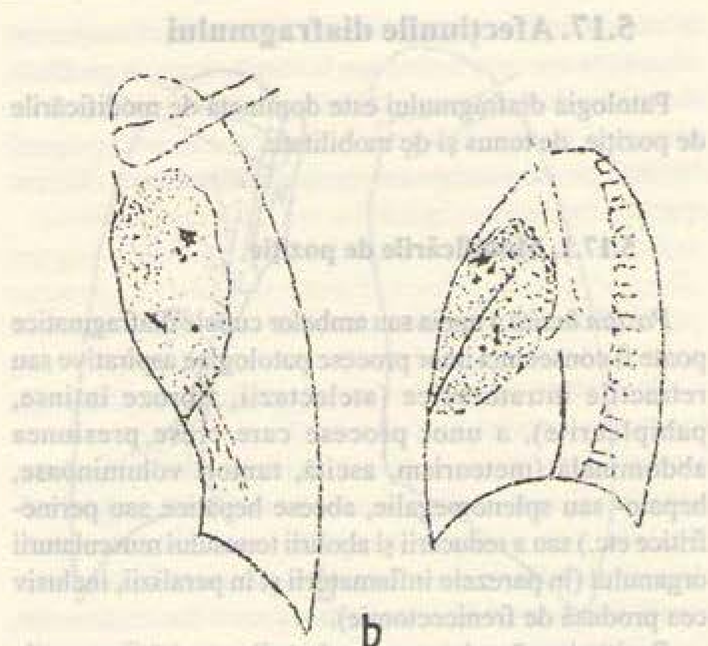


Fig. 141. Imaginea radiologică a chistului dermoid (a) şi teratomului (b).

Anumite considerente de ordin practic au condus la subîmpărţirea lui în următoarele regiuni (fig.140):

- *mediastinul anterior*, cuprins între stern (anterior) şi marginea anterioară a cordului şi formaţiunilor vasculare principale intratoracice (posterior); radiologic, mediastinul anterior se identifică cu spaţiul clar retrosternal

- *mediastinul mijlociu* corespunde cordului şi pediculului său vascular; el este delimitat posterior de marginea posterioară a traheei şi de peretele cardiac posterior. Radiologic, mediastinul mijlociu este reprezentat de aria de proiecţie, pe imaginea de profil, a inimii şi formaţiunilor vasculare ce urcă spre regiunea cervicală.

- *mediastinul posterior* este reprezentat de spaţiul retrotraheal (superior) şi cel retrocardiac (inferior); el depăşeşte posterior coloana vertebrală, incluzînd şanturile costo-vertebrale. In unele situaţii se obişnueste ca aceste regiuni să fie la rîndul lor subîmpărţite în cîte un etaj superior, mijlociu şi inferior. Delimitarea acestora se face prin două linii orizontale, care trec prin polul superior, respectiv inferior, al hilurilor pulmonare.

Patologia mediastinului este net dominată de procese tumorale sau care creează imagini radiologice similare tumorilor: afecţiunile de altă natură sînt foarte rare. Dată fiind monotonia aspectelor radiologice, care însoţesc o simptomatologie clinică deseori necaracteristică, sediul iniţial al formaţiunii patologice capată o mare importanţă în stabilirea diagnosticului probabil.

5.18.1. Formaţiunile tumorale şi pseudotumorale ale mediastinului.

5.18.1.1. *Disembrioamele* (tumorile de origine embrionară) provin din dezvoltarea unor incluziuni de ţesuturi de tip embrional (cu origine ecto-, endo- sau mezodermală).

Chisturile dermoide au un conţinut predominant ectodermal; se dezvoltă mai frecvent la pubertate, rămînînd staţionare şi asimptomatice la adult. Se dezvoltă iniţial în mediastinul mijlociu (în etajele superior şi mijlociu ale acestuia) şi cresc dimensional mai ales spre stern, proeminînd în spaţiul retrosternal.

Radiologic se traduc prin opacităţi rotunde sau ovalare, omogene, net conturate, de intensitate medie; rareori, în cursul creşterii, pot căpăta un aspect polilobat (fig.141 a).

Conţinutul lor fluid realizează uneori un semn radiologic patognomonic, dar rar întîlnit în practică: stratificarea într-o zonă superioară mai puţin opacă şi una inferioară, cu intensitate mai mare.

Teratoamele sînt tumori embrionale ce includ ţesuturi variate, de provenienţă ecto-, mezo- şi endodermală. Au aceeaşi localizare iniţială ca şi chisturile dermoide şi aceeaşi tendinţă de dezvoltare spre mediastinul anterior; conţinutul este însă mai dens, cuprinzînd deseori şi structuri dentare şi osoase. O proporţie de aproximativ 10 din totalul cazurilor suferă degenerarea malignă.

Radiologic, teratoamele au iniţial aspectul unor opacităţi alungite (mai ales cînd se dezvoltă în etajul

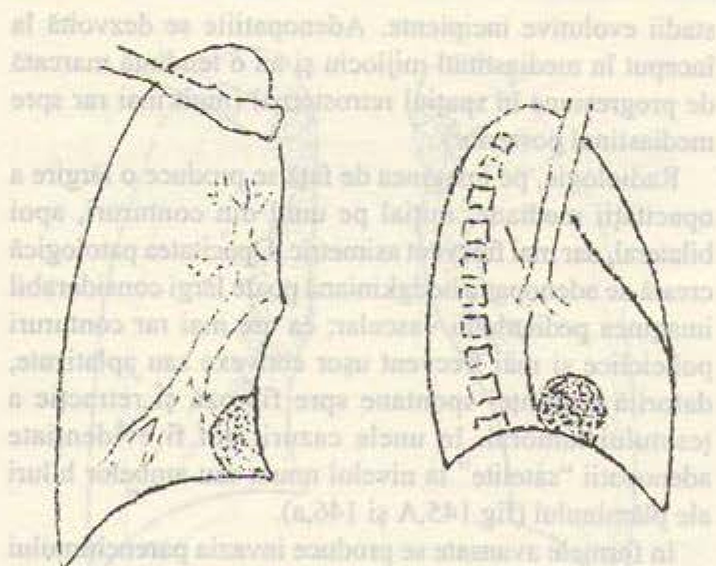


Fig.142. Chist pericardic.

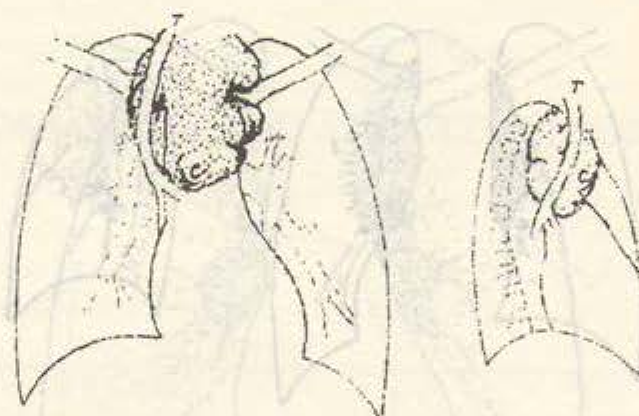


Fig.143. Guşa intratoracală. T: traheea; C: calcificări.

superior), ataşate, pe imaginea de faţă, unuia din contururile opacităţii mediane. In cursul creşterii devin rotunde sau polilobate; se dezvoltă asimetric, deformînd în exclusivitate sau cu predominanţă unul din contururile mediastinului.

Intensitatea opacităţii este medie sau mare; ea poate fi neomogenă, prin prezenţa de structuri calcare sau osoase. Contururile sînt nete şi regulate (fig.141,b).

Chisturile bronhice se încadrează de fapt în categoria diverticulilor căilor aeriene; se dezvoltă predominant în mediastinul mijlociu. Atunci cînd legătura cu conductul aerian din care provin este suprimată, apar radiologic sub forma unor opacităţi rotunde, omogene, net conturate, uneori mobile în timpul tusei şi deglutiţiei.

"Chisturile" pericardice (celomice) sînt diverticuli ai pericardului, cu care rămîn în continuitate; se dezvoltă în etajul inferior al mediastinului anterior. Radiologic, crează opacităţi cu contururi nete situate mai ales pe marginea dreaptă a cordului, de care nu se pot detaşa în nici o incidenţă (fig.142) şi care sînt vizibil deformabile în timpul fazelor respiraţiei.

Chisturile gastro-enterale apar radiologic sub formă de opacităţi rotunde sau ovalare, dispuse în mediastinul posterior, de obicei paravertebral.

5.18.1.2. *Neurinomul.* Reprezentantul cel mai tipic al grupului de tumori de natură neurogenă, neurinomul (schwannomul) se dezvoltă în regiunea cea mai posterioară a mediastinului, în vecinatatea nemijlocită a coloanei vertebrale, frecvent în unul din şanţurile costo-vertebrale.

Se caracterizează radiologic printr-o opacitate rotundă sau ovalară regulată, omogenă, de intensitate slabă sau medie, proiectată parţial peste vertebre, de care nu se poate separa în nici o poziţie de examinare.

In cursul evoluţiei neurinomului pot apare modificări ale formaţiunilor osoase vecine, datorate presiunii pe care o exercită asupra acestora (lărgirea unei găuri de conjugare vertebrală, amprente la nivelul extremităţilor posterioare ale coastelor).

5.18.1.3. *False formaţiuni tumorale. Struma* (guşa) *intratoracală.* Hiperplaziile foarte exprimate ale tiroidei produc dezvoltarea extremităţii inferioare a glandei în interiorul cutiei toracice, realizînd o opacitate cu conturul inferior convex în jos, dispusă pe linia mediană, înaintea traheei. Opacitatea, net conturată, este, în lipsa unor aderenţe întinse, mobilă în timpul tusei şi deglutiţiei; ea prezintă frecvent calcificări periferice, care apar sub aspectul unui lizereu discontinuu.

Spre deosebire de tiroida hiperplazică cu polul inferior intratoracic, *guşa intratoracală* propriu-zisă produce formaţiuni cu caractere tumorale, uneori de dimensiuni mari, care deplasează traheea anterior şi lateral,

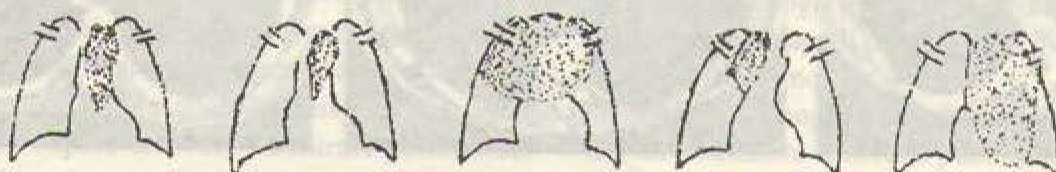


Fig.144. Aspecte radiologice create de hiperplazia de timus.

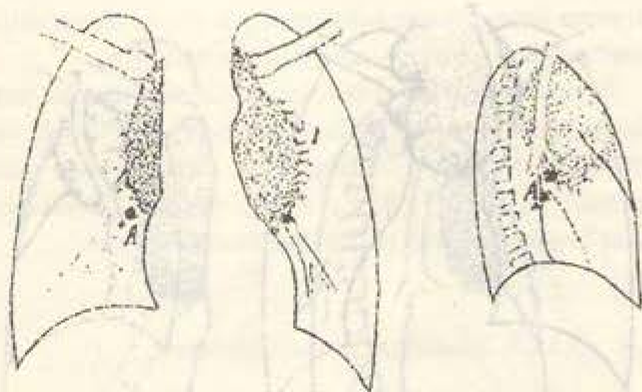


Fig.145. Boală Hodgkin cu localizare mediastinală. A: adenopatie satelită hilară; I: infiltraţie parenchimatoasă.

proiectîndu-se asimetric faţă de linia mediană. Conturi-rile formaţiunii opace sînt frecvent policiclice, marcate de benzi calcare grosolane (fig.143)

Hiperplaziile timusului sînt relativ frecvent întîlnite la nou-născut şi sugar. Ele se dezvoltă în mediastinul anterior şi produc radiologic opacităţi alungite, dispuse mai frecvent asimetric pe contururile pediculului vascular al cordului, creînd aparenţa unei lărgiri a acestuia (fig.144). Marginile lor formează cu aceste contururi în unele cazuri angulaţii, considerate patognomonice.

Hiperplaziile timusului recunosc o mare varietate de manifestări radiologice, în ceea ce priveşte forma, dimensiunile şi contururile; ele pot fi presupuse în toate cazurile în care pediculul vascular al cordului noului născut sau sugarului apare lărgit.

5.18.1.4. *Adenopatiile tumorale* constituie categoria cea mai largă de procese patologice cu localizare mediastinală; ele sînt apanajul limfoamelor maligne, metastazelor unei largi varietăţi de tumori maligne şi determinărilor leucemice.

Boala Hodgkin (limfomul hodgkinian) afectează foarte frecvent grupele ganglionare ale mediastinului, uneori în stadii evolutive incipiente. Adenopatiile se dezvoltă la început în mediastinul mijlociu şi au o tendinţă marcată de progresiune în spaţiul retrosternal (mult mai rar spre mediastinul posterior).

Radiologic, pe imaginea de faţă se produce o lărgire a opacităţii mediane, iniţial pe unul din contururi, apoi bilateral, dar mai frecvent asimetric. Opacitatea patologică creată de adenopatia hodgkiniană poate lărgi considerabil imaginea pediculului vascular; ea are mai rar contururi policiclice şi mai frecvent uşor convexe sau aplatizate, datorită tendinţei spontane spre fibroză şi retracţie a ţesutului tumoral. In unele cazuri, pot fi evidenţiate adenopatii "satelite" la nivelul unuia sau ambelor hiluri ale plămînului (fig.145,A şi 146,a).

In formele avansate se produce invazia parenchimului pulmonar vecin, marcată de ştergerea contururilor şi apariţia de opacităţi liniare neregulate care prelungesc imaginea adenopatiei spre cîmpurile pulmonare (fig.145); prin continuitate, invazia poate atinge şi pleura.

Alte investigaţii imagistice, în mod deosebit examenul computer-tomografic, furnizează date complementare importante pentru precizarea gradului de extindere a leziunilor (implicit, pentru stadializarea clinică reală a afecţiunii). Pe această cale pot fi puse în evidenţă unele adenopatii hilare sau retrosternale, inaparente pe radiografiile standard, ca şi invazia pleurală (fig.146).

Din larga categorie a *limfoamelor non-hodgkiniene*, sistematizată în prezent după criterii histo-patologice, o individualitate destul de bine conturată pe plan clinico-radiologic păstrează *limfosarcomul*, care manifestă unele din trăsăturile proprii tumorilor maligne primare.

Limfosarcomul afectează mai ales persoane la care produce tumori ganglionare de dimensiuni mari, cu creştere rapidă, localizate iniţial în mediastinul mijlociu.

Radiologic, opacitatea mediastinală apare lărgită în grade diferite, pe ambele margini; contururile sînt mai frecvent policiclice, mai rar convexe sau rectilinii.

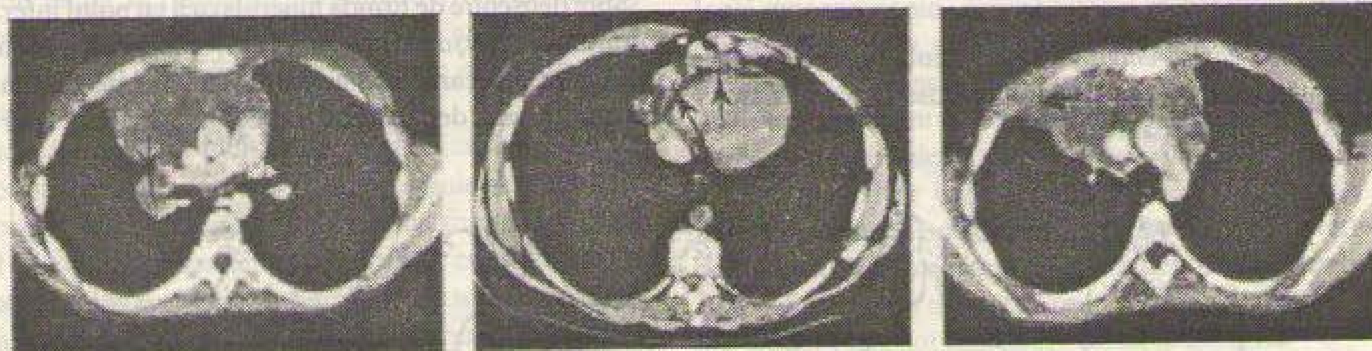


Fig.146. Aspecte CT ale unor leziuni produse de limfomul hodgkinian cu localizare mediastinală. a: adenopatie satelită hilară dreaptă; b: adenopatie retrosternală; c: invazie subpleurală, dezvoltată spre peretele toracic drept.

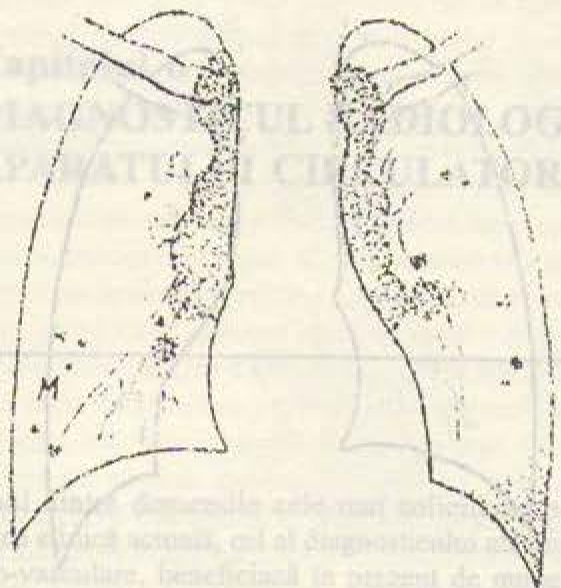


Fig.147. Limfosarcom mediastinal, cu metastaze pulmonare (M).

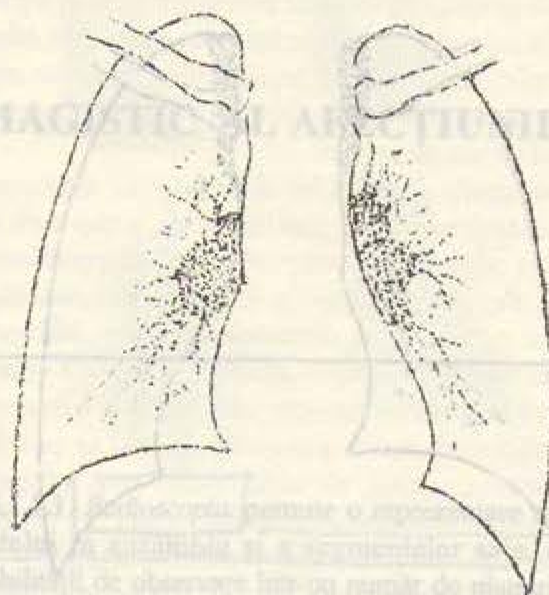


Fig.148. Sarcoidoză cu manifestări mediastinale şi pulmonare.

Infiltraţia parenchimului pulmonar vecin este mai rară decît în boala Hodgkin; în schimb, pot fi evidenţiate relativ frecvent formaţiuni metastatice pulmonare şi revărsate lichidiene pleurale de aceeaşi natură (fig.147).

O oarecare specificitate în imaginea radiologică manifestă şi aşa-numitul *limfom gigantofolicular Brill-Symmers*, care produce adenopatii traheo-bronhice uni- sau bilaterale, de dimensiuni uneori apreciabile; formaţiunile tumorale sînt de regulă bine individualizate.

Adenopatiile metastatice creează opacităţi tumorale cu sedii diferite, fără trăsături particulare. Apar mai frecvent în evoluţia cancerelor pulmonare, esofagiene, testiculare, ovariene şi mamare.

Leucemia limfatică cronică se manifestă deseori şi prin adenopatii mediastinale; acestea sînt iniţial bine individualizate (cu sediul mai frecvent paratraheal), apoi fuzionează, putînd duce la lărgirea opacităţii mediastinale.

Prezenţa simultană de adenopatii hilare, uni- sau bilaterale, este posibilă.

5.18.1.5. *Alte tumori maligne ale mediastinului. Guşa malignizată* se traduce prin creşterea dimensională bruscă şi ştergerea contururilor opacităţii create de glanda hiperplazică.

Timomul este o tumoare malignă a timusului. Timomul are o structură histologică mai frecvent sarcomatoasă; epiteliomul şi limfoepiteliomul reprezintă forme rare. Radiologic, produce lărgirea opacităţii pediculului vascular al inimii, care capătă frecvent contururi policiclice. Localizarea obişnuită este la nivelul etajelor superior şi mijlociu ale mediastinului anterior.

5.18.2. Procesele inflamatorii ale mediastinului.

5.18.2.1. *Mediastinitele.* Mediastinita *acută*, produsă mai ales de perforaţiile esofagului, evoluează cu un tablou clinic dramatic şi se soldează cu o importantă rată de decese. Examenul radiologic, practicat în cazurile în care starea pacientului îi permite, evidenţiază o lărgire bilaterală a opacităţii mediastinale, care capătă contururi şterse.

Mediastinitele *cronice* (de obicei de natură tuberculoasă) produc neregularităţi cu aspect de dinţături, însoţite uneori de retracţii segmentare, ale contururilor opacităţii mediane.

5.18.2.2. *Adenopatiile inflamatorii* sînt frecvente şi au de regulă o etiologie tuberculoasă. Apar mai ales în evoluţia tuberculozei primare şi se localizează paratraheal, producînd opacităţi cu contururi policiclice, care lărgesc imaginea pediculului vascular, de obicei unilateral (vezi fig.111). Prezenţa concomitentă de adenopatii hilare şi de leziuni parenchimatoase specifice permite stabilirea naturii lor.

Sarcoidoza (boala Besnier-Boeck-Schaumann) se manifestă radiologic prin opacităţi rotunde sau policiclice, produse de adenopatii dezvoltate în mediastinul mijlociu şi în hilurile pulmonare.

In afara adenopatiilor, afecţiunea produce frecvent leziuni infiltrative la nivelul plămînilor (fig.148).

Considerată ca o boală granulomatoasă de sistem, cu etiologie necunoscută, cu un substrat histo-patologic care

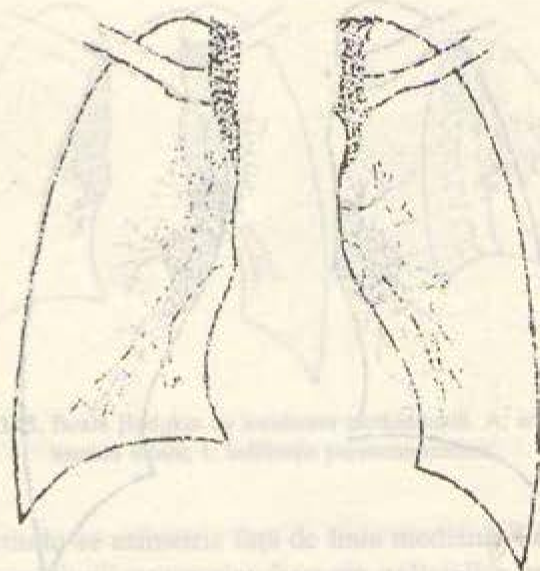


Fig.149. Abces rece paravertebral (morb Pott cervical).

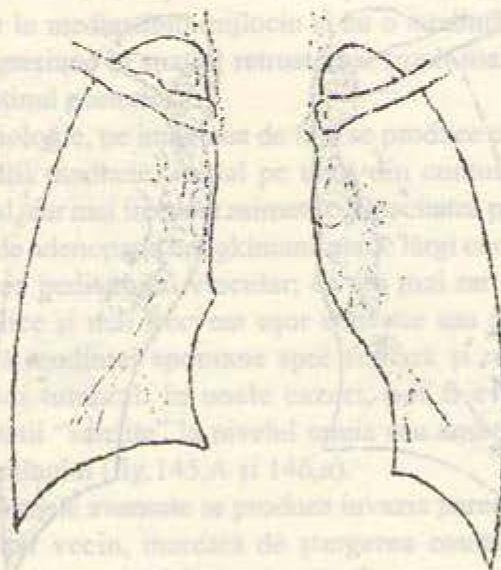


Fig 150. Pneumomediastin.

o apropie în oarecare masură de tuberculoză şi trăsături imunologice particulare (testul Kveim), sarcoidoza, în absenţa complicaţiilor, are în general o evoluţie favorabilă. Leziunile ganglionare şi cele pulmonare au o tendinţă marcată spre fibroză, fără a suferi necroză şi ulceraţii.

Abcesul rece, produs de tuberculoza vertebrală, apare ca o opacitate fuziformă, net delimitată, dispusă de o parte şi de alta a coloanei; uneori depăşeste contururile mediastinale şi se proiectează, pe imaginea de faţă, în regiunea internă a cîmpurilor pulmonare superioare (fig.149).

5.18.3. Procesele traumatice

Se pot solda cu formarea unui *hematom mediastinal*, care produce o lărgire necaracteristică a opacităţii mediane.

Pătrunderea aerului în ţesuturile laxe ale mediastinului (de obicei în urma perforării esofagului) relizează pe plan radiologic imaginea *pneumomediastinului* ("emfizemului" mediastinal): opacitatea mediană este conturată de o bandă hipertransparentă continuă, de obicei îngustă (fig.150). Prezenţa aerului este vizibilă şi la nivelul ţesuturilor moi de la baza gîtului (emfizemul subcutan).

Capitolul 6
DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ŞI IMAGISTIC AL AFECŢIUNILOR APARATULUI CIRCULATOR

Unul dintre domeniile cele mai solicitante pentru practica clinică actuală, cel al diagnosticului afecţiunilor cardio-vasculare, beneficiază în prezent de numeroase metode şi proceduri de investigare radiologică şi imagistică. Aceasta obligă la o precizare a posibilităţilor reale ale acestora, în vederea stabilirii indicaţiilor şi alegerii unei succesiuni raţionale în utilizarea lor, în fiecare din situaţiile concrete.

6.1 Metode şi tehnici de examinare

6.1.1. Examenul radiologic

Valoarea informativă a tehnicilor Röntgendiagnosticului este substanţial limitată de faptul că structurile cordului normal şi patologic nu prezintă decît excepţional diferenţe semnificative de atenuare, ceea ce face imposibilă individualizarea lor în imagine. In consecinţă, obiectivele examenului radiologic se concentrează asupra următoarelor aspecte:

a. Evaluarea dimensiunilor şi formei organelor centrale ale aparatului circulator, prin analiza contururilor imaginii lor în diferite planuri de proiecţie; diagnosticul radiologic al unei afecţiuni cardiace se bazează aproape în totalitate pe observarea şi interpretarea anomaliilor de această natură, în raport cu aspectul normal.

b. Studiul proceselor dinamice ale inimii şi vaselor mari şi atribuirea semnificaţiei corespuzătoare, pe plan funcţional, a modificărilor acestora.

c. Studiul volumului cavităţilor cardiace şi lumenului şi dispoziţiei formaţiunilor vasculare, prin opacifierea cu substanţe de contrast organo-iodate a masei sîngelui circulant.

6.1.1.1. *Radioscopia* permite o reprezentare spaţială a cordului în ansamblu şi a segmentelor sale, datorită posibilitaţii de observare într-un număr de planuri practic nelimitat; permite, de asemenea, observarea proceselor pulsatile cardio-vasculare, ca şi a modificării imaginii în fazele respiraţiei sau la schimbările poziţiei corpului.

Imaginea radioscopică, obţinută cu o distanţă sursă-ecran mică, este o imagine mărită şi deformată a complexului cardio-vascular, ceea ce constituie un dezavantaj notabil.

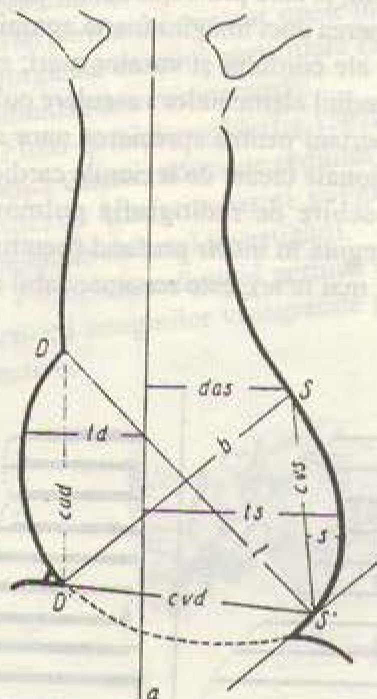


Fig.151. Ortodiagrama cu diametrele inimii. D: limita dintre cord şi pedicului vascular pe conturul drept; S:limita dintre atriul şi ventriculul stîng; S': vîrful inimii b: diametrul bazal; l: diametrul longitudinal; td+ts: diametrul transversal; cad: coarda atriului drept; cavd: coarda ventriculului drept; cvs: coarda ventriculului stîng.

Ortodiagrafia este înregistrarea grafică a unei proiecţii paralele a contururilor organelor mediastinale pe ecranul radioscopic. Rezultatul ei, ortodiagrama, permite reprezentarea dimensiunilor şi formei reale a complexului constituit de aceste organe.

Ortodiagrafia implică un dispozitiv de deplasare a tubului radiogen independent de ecran, astfel încît raza centrală să urmărească contururile organelor mediane ale toracelui. Pe ecranul radioscopic, fixat în faţa pacientului, se înscriu cu un creion dermatograf puncte ale acestor contururi. Se obţine astfel o schiţă ce reprezintă organele respective în proiecţie paralelă (ortodiagrama). Pe această schiţă, folosind cîteva puncte de reper, se pot trasa "diametrele" cordului, ale căror valori erau utilizate în trecut pentru interpretarea modificărilor de formă şi dimensiuni ale imaginii cardio-vasculare (fig.151).

Abandonată de mult timp de către marea majoritate a practicienilor, datorită dificultăţii şi subiectivismului în execuţie şi valorii îndoielnice a măsurătorilor pentru diagnostic, ortodiagrafia aparţine astăzi mai curînd domeniului istoriei radiodiagnosticului. O imagine "izometrică" a complexului cardio-vascular, suficient de fidelă, poate fi obţinută printr-o teleradiografie.

6.1.1.2. *Teleradiografia* executată cu o distanţă sursă-film de 1,5-2 m, la care proiecţia devine aproape paralelă, permite obţinerea unei imagini foarte apropiate de dimensiunile reale ale cordului şi vaselor mari; ea permite, de asemenea, studiul elementelor vasculare pulmonare, deosebit de important pentru aprecierea unor stări morfologice şi funcţionale create de leziunile cardio-vasculare.

Spre deosebire de radiografia pulmonară, care se execută de regulă în inspir profund (pentru obţinerea de contraste cît mai nete), este recomandabil ca radiografia cardiacă să fie executată într-o fază intermediară de respiraţie, pentru a se evita modificările de forma şi dimensiuni produse de momentele extreme ale acesteia.

6.1.1.3. *Radiokimografia* este tehnica de înscriere, sub formă de croşete, a mişcărilor marginilor cordului şi vaselor mari pe filmul radiografic.

Elementul de bază al acestei tehnici este o placă de plumb, în care sînt tăiate o serie de despicături orizontale înguste, dispuse la distanţe egale (1-1,5 cm). In cursul unei expuneri radiografice lungi de cîteva secunde, placa (grila), aşezată între pacient şi film, efectuează o mişcare uniformă de sus în jos. Punctele marginale ale complexului opac cardio-vascular care corespund despicăturilor sînt surprinse şi înregistrate pe film în momente diferite ale revoluţiei cardiace. Astfel, mişcările se înscriu sub formă de croşete (dinţături) ale contururilor, care exprimă în esenţă diferenţele de volum ale cavităţilor marginale ale cordului, respectiv diferenţele de calibru ale vaselor mari, între sistolă şi diastolă (fig.152).

6.1.1.4. *Angiocardiografia* constă din opacifierea cavităţilor cordului şi a vaselor principale, prin injectarea rapidă a unei substanţe de contrast organo-iodat, pe calea unei vene brahiale.

Variante ale acestei tehnici constau din introducerea intracavitară a substanţei de contrast prin cateter sau puncţie intracardiacă.

Imediat după începerea injectării, se execută o serie de radiografii la intervale de fracţiuni de secundă, timp de 6-9 secunde. Se urmăreşte astfel progresia "bolusului" constituit de substanţa de contrast şi opacifierea succesivă a cavităţilor cordului şi vaselor mari, ceea ce permite reprezentarea directă a formei, dimensiunilor şi poziţiei acestora (fig.153).

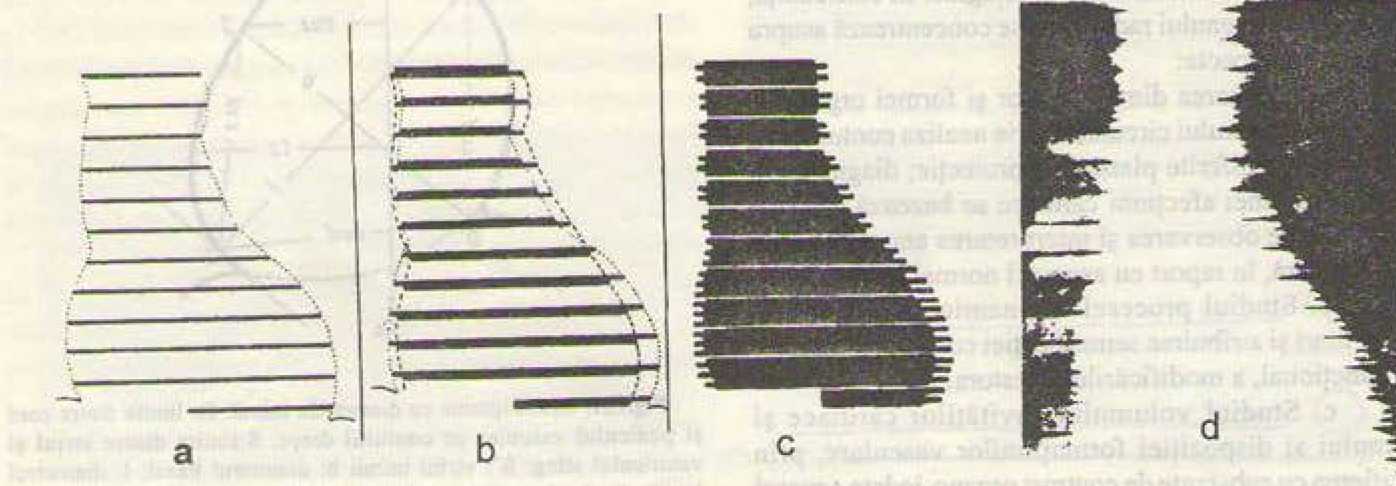


Fig.152. Modul de formare a imaginii kimografice; kimografie plană, obţinută după acest principiu (dreapta).

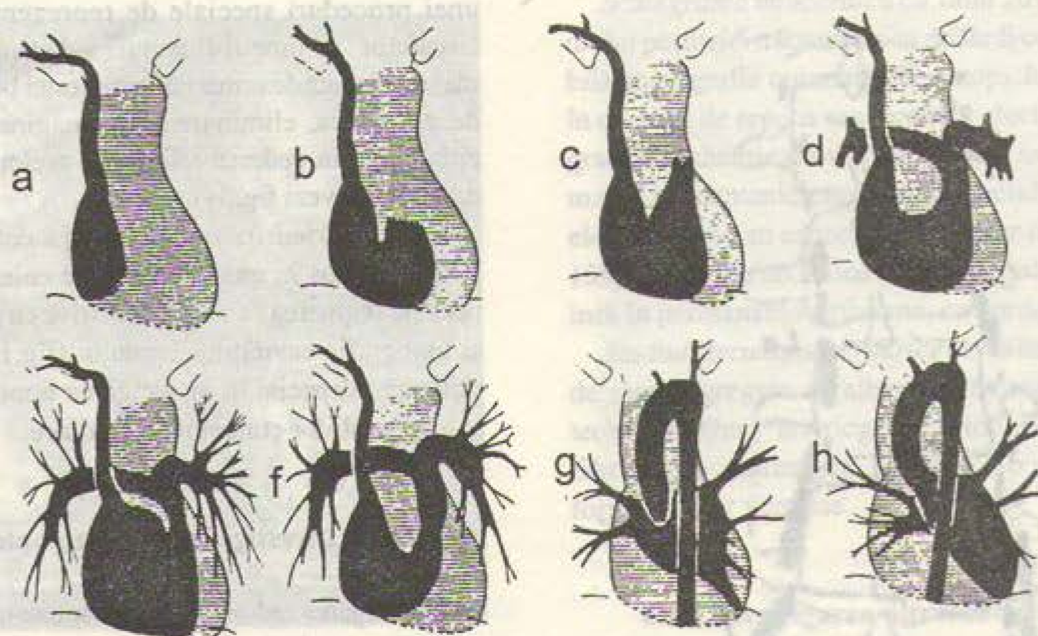


Fig.153. Reprezentarea cavităţilor cardiace şi vaselor principale pe angiocardiografie. a-f: dextrograma (progresia bolului opac în segmentele circulatorii drepte); în a, vena cavă superioară şi atriul drept; în b şi c, ventriculul drept; în d,e,f, ramurile principale, respectiv periferice ale aa. pulmonare. g-h, levograma (opacifierea segmentelor circulatorii stîngi); sînt reprezentate venele pulmonare, atriul şi ventriculul stîng, arcul aortic.

6.1.1.5. *Aortografia.* Opacifierea aortei pe întreaga ei întindere sau pe porţiuni limitate, împreună cu ramurile ei, poate fi obţinută, în funcţie de obiectivul propus, prin injectarea substanţei de contrast iodate la rădăcina vasului (prin cateter), în aorta toracică sau abdominală (prin puncţie) sau retrograd, printr-o arteră brahială (în special la copii). Sînt evidenţiate, pe această cale, calibrul vasului şi dispoziţia ramificaţiilor sale (fig.154).

6.1.1.6. *Alte vasografii. Arteriografiile* sînt practicate în foarte numeroase variante tehnice, adaptate segmentului arterial periferic examinat, unele implicînd condiţii radio-chirurgicale cu totul particulare (arteriografia cerebrală, pulmonară sau coronariană).

Flebo- şi *limfografiile* (fig.156) utilizează, de asemenea, tehnici variate, adecvate sediului formaţiunilor venoase, respectiv limfaticelor şi ganglionilor limfatici care constituie obiectul investigării.

Prelucrarea digitală permite o ameliorare sensibilă a netităţii imaginilor vasografice şi a capacităţii lor informative.

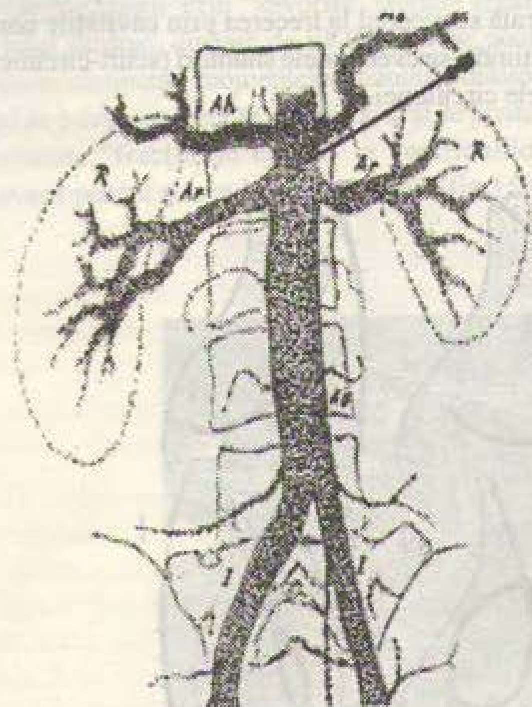


Fig.154. Aortografie abdominală. Ao: aorta abdominală; Ah: artera hepatică; As: artera splenică; Ar: artere renale; I: artere iliace primitive; R: rinichi.

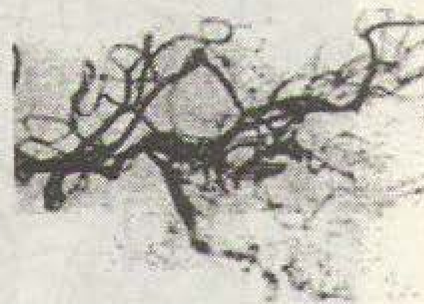


Fig.155. Arteriografie cerebrală cu substracţie digitală a structurilor nevasculare.

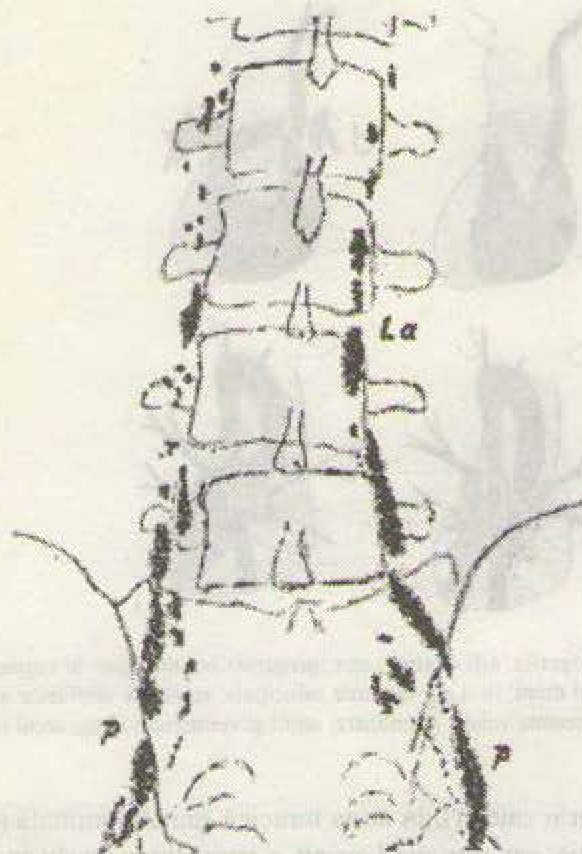


Fig.156. Limfografie cu lipiodol a ganglionilor pelvini şi paraaortici. La 24 ore de la injectarea lipiodolului, apar opacifiate lanţurile ganglionare pelvine (P) şi lombo-aortice (La).

Această prelucrare urmăreşte în principal *substracţia* imaginii structurilor nevasculare (fig.155). In condiţiile unei proceduri speciale de reprezentare a sistemului circulator "în timpul fluxului" substanţei opace (care nu mai este legată de urmărirea progresiei bolului), ea permite, de asemenea, eliminarea din imagine a unui sector al circulaţiei, în vederea reliefării vaselor de interes pentru diagnostic (vezi fig.34).

6.1.1.7. *Urmărirea radiologică a cateterului intracardiac*, introdus în mod obişnuit pe calea unei vene mari, permite obţinerea de date orientative cu privire la mărimea şi topografia cavităţilor cordului (fig.157). Tehnica este utilizată în special în investigarea unor leziuni valvulare şi a anomaliilor congenitale cardiace.

6.1.2. Investigarea radioizotopică

Investigarea radioizotopică dispune în prezent de foarte variate proceduri, care îşi propun în principal studiul funcţiei cardiace globale şi regionale, al perfuziei miocardului şi al patului circulator periferic.

Tehnica modernă de "zăvorîre" a înregistrării imaginii, permite selecţionarea şi diferenţierea reprezentării fazelor ciclului cardiac, premiză valoroasă pentru obţinerea de elemente informative pe plan funcţional şi morfologic.

Scintigrafia în varianta "la prima trecere" utilizează injectarea şi urmărirea radiotrasorului (marcat de obicei cu Tc 99m) sub formă de bolus, a cărui progresie este înregistrată secvenţial la trecerea prin cavităţile cordului, evidenţiindu-se eventualele shunturi (scurt-circuite) între sectoarele circulaţiei.

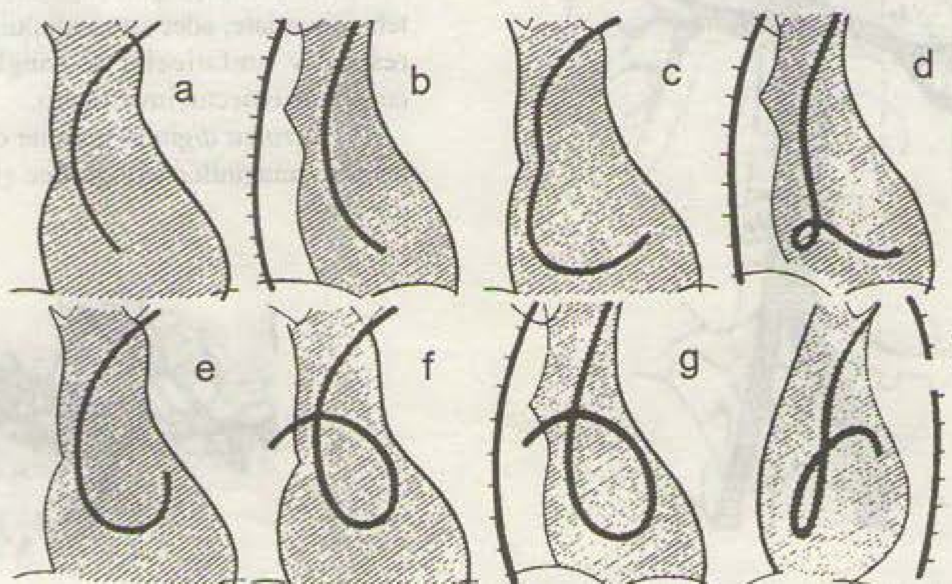


Fig.157. Urmărirea radiologică a cateterului intracardiac. Vîrful sondei apare succesiv la nivelul orificiului tricuspidian (a,b), în vecinătatea septului interventricular (c,d), în trunchiul arterei pulmonare (e), în artera pulmonară dreaptă (f,g,h).

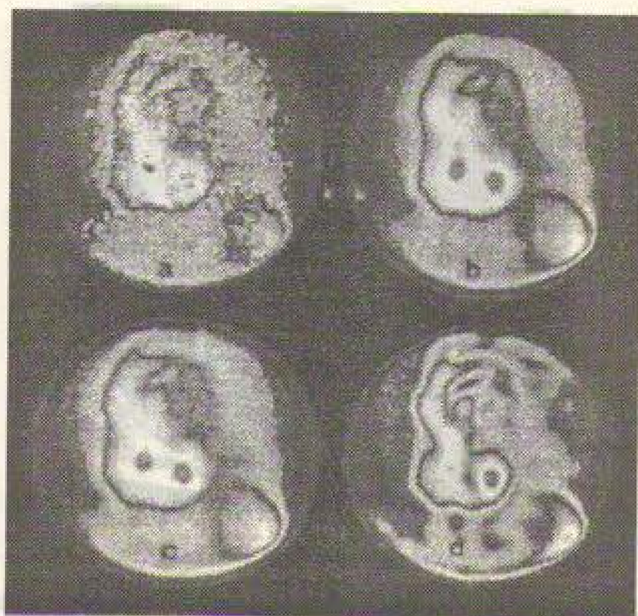


Fig.158. Scintigrafie "de echilibru" cu Tc99m pertechnetat. a: imagine "nezăvorîtă"; b,c: momente ale diastolei; d:sistolă.

In *scintigrafia de echilibru* informaţia este furnizată de un radiotrasor (Tc 99m pertechnat), fixat pe hematii aflat în echilibru în circulaţie. Doza de radionuclid fiind dispersată practic pe toată masa eritrocitară, trebuie să fie înregistrate cîteva cicluri cardiace, conţinutul cavităţilor fiind sumat de calculator, care furnizează în final o imagine corespunzătoare. Prin "zăvorîre" (redare legată de fazele ciclului cardiac, dirijată de EKG), devine posibilă reprezentarea distinctă a momentelor sistolei şi diastolei. In acest mod se poate reprezenta scintigrafic şi se poate calcula cu exactitate "fracţia de ejecţie" a ventriculilor, element relevant pentru starea lor funcţională. (fig.158).

Scintigrama miocardică cu Taliu 201 este destinată studiului perfuziei mioardice; ea poate fi considerată o veritabilă angiografie coronariană izotopică. Se poate practica în condiţii de repaus sau după un efort care realizează un grad de ischemie provocată. Zonele ischemice se vădesc mai puţin captante pentru radionuclid, dar după 3-5 ore ele dobîndesc un aspect similar celor normal irigate. (fig. 159). Teritoriile necrotice (consecinţe ale infarctelor) rămîn însă în permanenţă nefixante, ca "imagini lacunare".

Studiul circulaţiei periferice se realizează prin utilizarea de macroagregate de albumină marcate cu Iod 131 sau techneţiu 99m ("arteriografie scintigrafică") respectiv cu fibrinogen marcat cu Iod 125, în cazul investigării formaţiunilor venoase.

6.1.3 Investigarea ultrasonografică

In capitolul consacrat bazelor fiziologice şi tehnice ale ultrasonografiei au fost prezentate unele aplicaţii ale acestei metode în explorarea cordului.

Metoda echografică permite şi studiul formaţiunilor vasculare, arteriale şi venoase, care apar in imagine sub forma cararacteristică structurilor canaliculare (lumen lipsit de ecou, pereţi marcaţi de lizeree intens echogene); reprezentarea acestora depinde, evident, de planul secţiunii ales de operator, care poate fi transversal (fig.51) sau longitudinal (fig.160) (vezi şi fig.56).

Tehnica ultrasonografică Doppler permite studiul vitezei de deplasare a sîngelui în diferite segmente vasculare, evidenţiind pe această cale modificări de lumen şi alte anomalii ale circulaţiei.

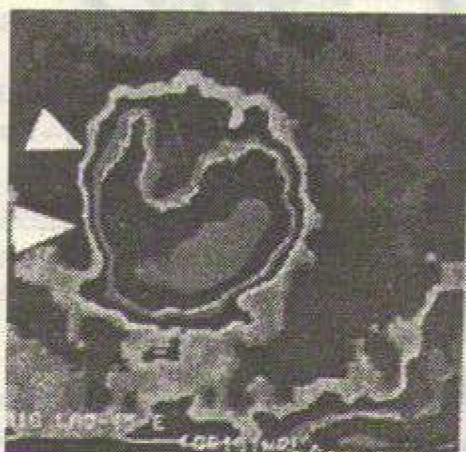




Fig.159. Scintigramă miocardică cu Taliu 201. Imaginea după efort (stînga) arată lipsa de fixare a radionuclidului pe un teritoriu al ventriculului drept (ischemie provocată); după 3 ore, fixarea în pereţii ventriculari se uniformizează (dreapta).



Fig.160. Imagine echografică a venei cave inferioare (secţiune abdominală în plan longitudinal).

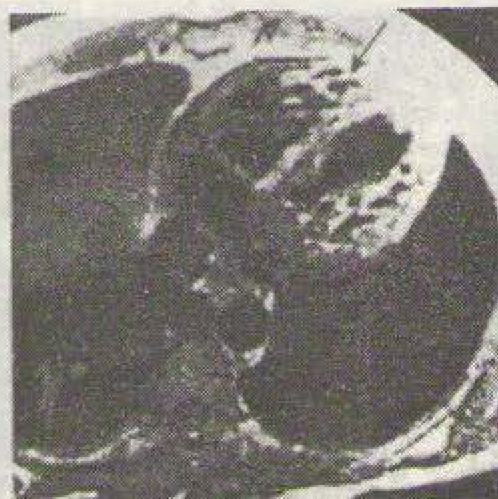


Fig.161. Secţiune transversală IRM la nivelul ventriculilor (săgeata indică trabeculaţia interioară a ventriculului drept).

6.1.4. Investigarea IRM

Metoda imagistică de investigare prin rezonanţa magnetică nucleară permite obţinerea de date informative de mare acurateţe cu privire la organele aparatului circulator, date care îşi găsesc cu greu echivalentul în rezultatele altor proceduri de examinare.

In ceea ce priveşte *cordul*, pot fi reprezentate, în diferite planuri, atît cavităţile, cît şi pereţii miocardici, cu unele detalii care nu pot fi redate de alte tehnici (de exemplu, trabeculaţia intraventriculară, fig.161). Tehnica de "îngheţare" sau "zăvorîre" a imaginii în anumite momente ale ciclului cardiac permite individualizarea clară a sistolei şi diastolei (fig.162), cu concluzii corespunzătoare pe plan funcţional.

Formaţiunile vasculare pot fi, de asemenea, bine studiate, exploatîndu-se atît densitatea protonică ridicată a sîngelui, cît şi comportamentul acestuia ca fluid în mişcare.

Aşa cum am văzut (p.70), prin modificarea unor parametri ai secvenţei pulsului RF, masa circulantă sanguină îşi poate schimba esenţial aspectul în imagine. Pe această cale, devine posibilă, de exemplu, diferenţierea unei ectazii vasculare (anevrism aortic) de o formaţiune tumorală mediastinală sau abdominală.

Prin tehnica "contrastului de fază" devine posibilă sustracţia din imagina RM a protonilor aparţinînd struc-

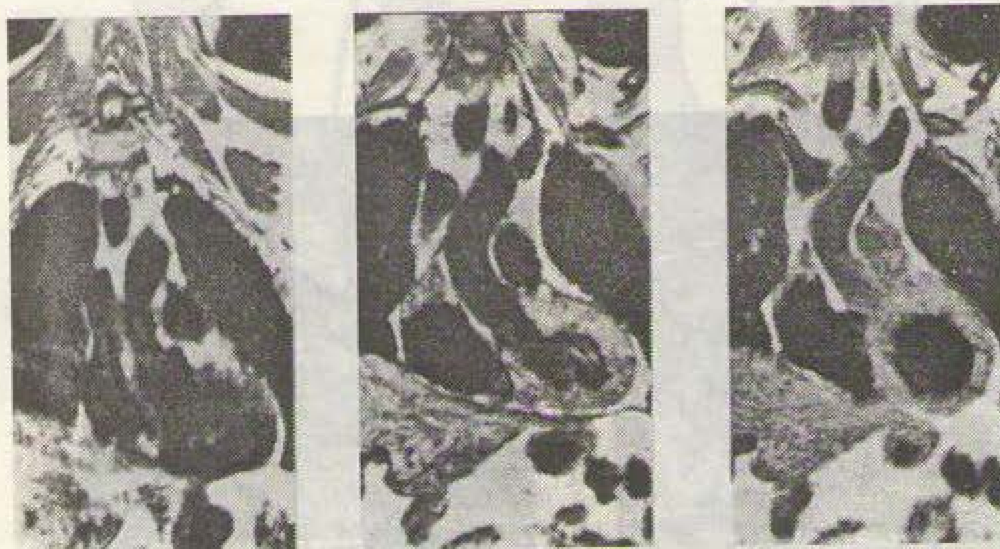


Fig.162. Reprezentare IRM a complexului cardio-vascular în plan coronal (frontal). a: imagine "nezăvorîtă": b: imagine în sistolă c: imagine în diastolă.



Fig.163. Angiografie cerebrală IRM, cu reliefarea circulației venoase.

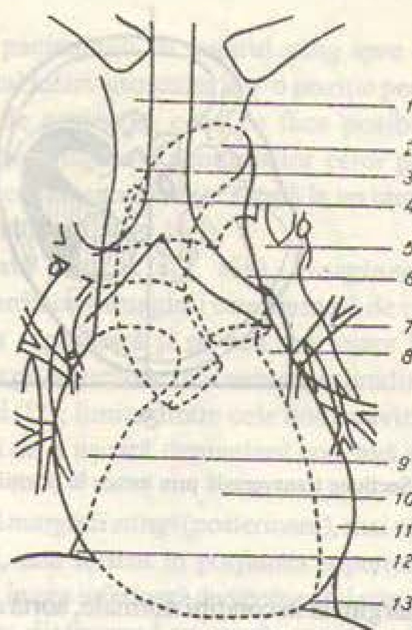


Fig.164. Imaginea cordului și vaselor mari în poziție frontală. 1.vena brahiocefalică dreaptă; 2. crosa aortei; 3. vena cava superioară; 4. crosa venei azygos; 5. artera pulmonară stîngă; 6. trunchiul arterei pulmonare; 7. vena pulmonară; 8. atriul stîng; 9. atriul drept; 10. ventriculul drept; 11.ventriculul stîng; 12. vena cavă inferioară; 13. depozit grăsos intrapericardic la vîrful inimii.

turilor imobile și reprezentarea în exclusivitate a celor în mișcare, aparținînd sîngelui. Pe această premisă este fundamentată angiografia IRM (fig.163), care permite nu numai evidențierea vaselor, ci, prin afișarea vitezei de circulație, reliefarea preponderentă a formațiunilor arteriale sau a celor venoase.

6.2. Imaginea radiologică a cordului și a vaselor mari normale

In cursul examinării radiologice, pot fi obținute, prin variații ale incidenței (rotirea pacientului în jurul propriului lui ax), o multitudine de imagini ale organelor circulatorii centrale. Printre acestea, vor fi descrise, în contimare, cele mai utile pentru reprezentarea dispoziției și dezvoltării spațiale a acestor organe. Aceste imagini au intrat în practica curentă ca elemente de referință care, fără a îngrădi indicațiile de examen în alte planuri de proiecție, ușurează identificarea formațiunilor anatomice și aprecierea stării lor normale sau patologice.

6.2.1. Imaginea frontală în incidență dorso-ventrală

Pe imaginea de ansamblu a toracelui, organele centrale ale aparatului circulator, inima și vasele mari se confundă cu așa-numita opacitate mediană, dispusă între cele două cîmpuri pulmonare, opacitate care, în porțiunea ei inferioară, are o lărgime de aproximativ 1/3 din cea a toracelui.

Această opacitate rezultă în realitate din sumația imaginii tuturor organelor mediastinale, sternului și coloanei vertebrale. La formarea ei, cordul și vasele mari aduc însă o contribuție esențială, în special în realizarea celor două contururi.

Cu rare excepții, opacitatea mediană apare omogenă, fără nici un element structural distinct. Intensitatea ei este comparabilă cu cea a opacității ficatului, situat imediat sub diafragm, față de care nu se poate delimita.

Cunoașterea topografiei cavităților cardiace și vaselor mari permite reprezentarea intuitivă a acestora în sînul opacității mediane, a participării fiecăreia la formarea contururilor (marginilor) acesteia; ea permite, de asemenea, împărțirea opacității intr-o porțiune inferioară, cardiacă, și una superioară, vasculară ("pediculul vascular" al cordului).

In regiunea superioară a opacității mediane, traheea este vizibilă ca o imagine în bandă transparentă, coborînd din regiunea cervicală și decelabilă pînă în dreptul marginilor inferioare ale claviculelor. Prin transparența ei devin vizibile corpurile primelor vertebre toracale.

Marginea dreaptă a opacității mediane este formată din două arcuri de lungime sensibil egală. Cel superior, rectiliniu sau ușor concav, corespunde marginii drepte a venei cave superioare (fig.164,3) iar cel inferior, convex, atriului drept (9). Arcul inferior formează cu diafragmul un unghi ascuțit, unghiul cardio-frenic drept, în care se proiectează, ca o opacitate palidă, triunghiulară, vena cavă inferioară (12).

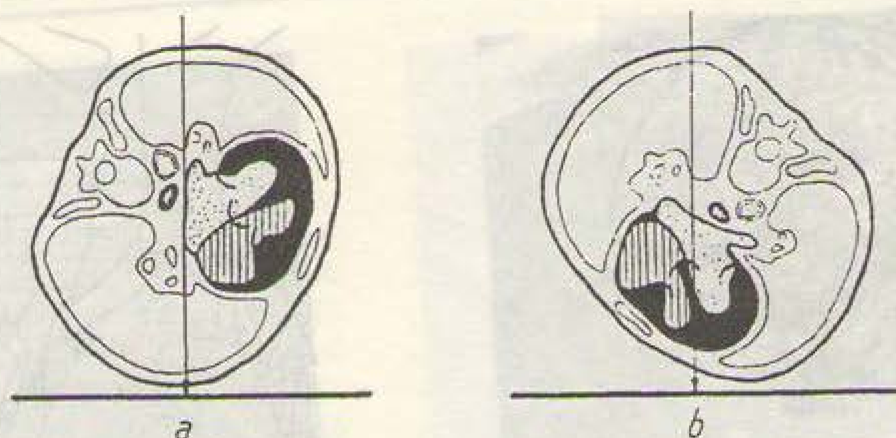


Fig.165. Secţiune transversală prin torace în poziţiile OAD 60° (a) şi OAS 45° (b). Cavităţile inimii drepte sînt haşurate, iar cele ale inimii stîngi punctate.

Fără a fi marginală în condiţii normale, aorta ascendentă are o poziţie foarte apropiată de conturul arcului superior. Atunci cînd calibrul ei creşte sau cînd arcul aortic se desfăşoară, ea devine cu uşurinţă marginală, contribuind nemijlocit la formarea arcului respectiv, care devine în acest caz convex.

Ventriculul drept este dispus, în regiunea lui supradiafragmatică, foarte aproape de arcul inferior, deşi nu participă în mod normal la formarea lui. Procesele patologice care conduc la creşterea lui dimensională fac ca ventriculul să devină marginal, pe o porţiune variabilă a acestui arc.

Marginea stîngă prezintă două arcuri convexe, între care se situează o depresiune, golful cardiac. Micul arc superior convex, situat imediat sub extremitatea internă a claviculei stîngi, "butonul aortic", este proiecţia regiunii distale a crosei aortice (regiunea istmică) (2). Conturul arcului mijlociu (golfului cardiac) este format în regiunea lui superioară de marginea stîngă a trunchiului arterei pulmonare (6) iar mai jos de marginea externă a auriculului stîng (8). Arcul inferior, cel mai lung, cu o pronunţată convexitate, aparţine ventriculului stîng (11); el se termină la nivelul diafragmului, cu care formează unghiul cardiofrenic stîng, ocupat de o mică opacitate triunghiulară, de intensitate slabă, produsă de prezenţa unui depozit adipos intrapericardic (13).

De o parte şi de alta a opacităţii mediane se proiectează imaginile în formă de virgulă ale hilurilor celor doi plămîni, produse în principal de ramificaţiile arterei pulmonare (5).

Imaginile palide ale venelor pulmonare, dispuse aproape orizontal (7) sînt greu decelabile în condiţii normale; ele apar însă pe secţiuni tomografice apropriate.

6.2.2. Imaginea oblic anterioară dreaptă (OAD)

Prin rotaţia în grade diferite a pacientului cu umărul drept spre ecran (pozitia OAD), imaginea cardio-vasculară se modifică treptat, contururile ei fiind preluate de alte segmente ale organelor circulatorii centrale.

La o rotaţie de aproximativ 60°, *porţiunea cardiacă* a opacităţii prezintă un *contur stîng* (anterior), format de

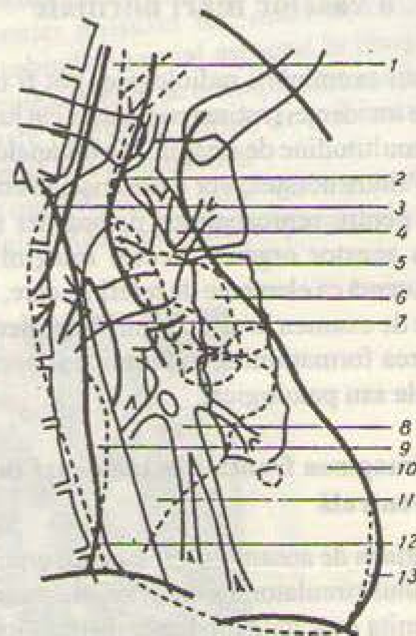


Fig.166. Imaginea cardio-vasculară în poziţia oblic anterioară dreapta 60°. 1. vena brahiocefalică dreaptă; 2. marginea anterioară (stîngă) a traheei; 3. marginea posterioară a venei cave superioare; 4. aorta ascendentă; 5. artera pulmonară stîngă; 6. trunchiul arterei pulmonare; 7. artera pulmonară dreaptă; 8. vene pulmonare; 9. atriul stîng; 10. ventriculul drept; 11. atriul drept; 12. vena cavă inferioară; 13. ventriculul stîng. A: vărsarea venei azygos (joncţiunea dintre trunchiul brahiocefalic drept şi vena cavă superioară).

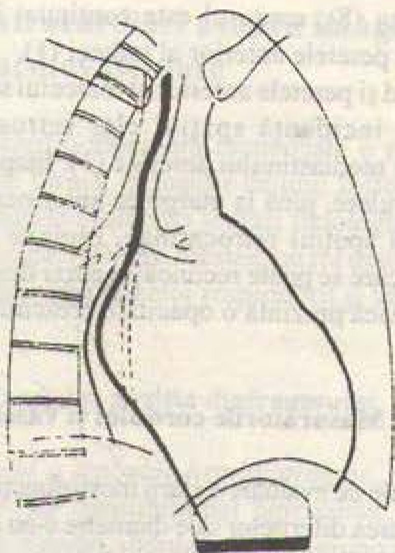


Fig.167. Examinarea conturului posterior în OAD, cu esofag baritat.

ventriculul drept, cu excepţia unei mici porţiuni supradiafragmatice, care aparţine ventriculului stîng (fig.166, 10 şi 13); de asemenea, un *contur drept* (posterior), format de atriul stîng (9).

Porţiunii vasculare a opacităţii i se descrie un contur stîng, format de trunchiul arterei pulmonare, evident convex (6), iar mai sus de aorta ascendentă, cu traiect rectiliniu (4).

Conturul drept al acestei porţiuni este format de marginea posterioară a venei cave superioare (3) şi, în continuare (în sus) de trunchiul venos brahiocefalic drept. Joncţiunea dintre cele două formaţiuni venoase este de obicei bine marcată de un pintene opac, care corespunde vărsării la acest nivel a venei azygos (A).

Jumătatea posterioară a porţiunii vasculare este în mod evident mai transparentă, datorită proiecţiei traheei (2) şi bronhiei principale stîngi.

Pe suprafaţa opacă a cordului pot fi recunoscute benzile mai intens opace ale venelor pulmonare (8).

Dată fiind marea importanţă pe care o prezintă vizibilizarea conturului posterior şi folosindu-se relaţiile de vecinătate ale acestuia cu esofagul, o manevră frecvent practicată este opacifierea esofagului cu pastă baritată şi examinarea traiectului său (fig. 167).

Devierea posterioară circumscrisă a traiectului esofagian este semnul constant care indică prezenţa unei măriri de volum a atriului stîng şi permite o primă evaluare a gradului acestei măriri, elemente foarte utile pentru diagnosticul leziunilor mitrale.

6.2.3. Imaginea oblic anterioară stîngă (OAS)

Rotaţia pacientului cu umărul stîng spre ecran aduce treptat septul interventricular într-o poziţie perpendiculară pe planul de proiecţie, ceea ce face posibilă prezenţa simultană pe imagine a contururilor celor patru cavităţi cardiace. Aceasta situaţie este creată la un unghi de rotaţie de aproximativ 45° (fig.165).

In această poziţie (fig. 168), *marginea dreaptă* a porţiunii cardiace a imaginii este formată de cordul drept; în regiunea superioară şi pe cea mai mare întindere de atriu (9), iar pe o porţiune mai redusă, supradiafragmatică, de ventricul (12); limita dintre cele două cavităţi este uneori marcată de o uşoară denivelare concavă a conturului respectiv.

Conturul *marginii stîngi* (posterioare), mai convexă decît cea dreaptă, este format în porţiunea superioară de atriul stîng (8), iar în cea inferioară de ventriculul stîng (11); acesta formează cu diafragmul un unghi ascuţit, situat în faţa coloanei vertebrale, cu care delimitează "triunghiul cavei", în care este bine vizibilă, mai ales în inspir profund, opacitatea palidă a venei cave inferioare (13).

Cele două contururi ale segmentului cardiac al imaginii converg spre diafragm, unde rămîn despărţite doar printr-o bandă opacă îngustă; în aceasta regiune se situează vîrful cordului.

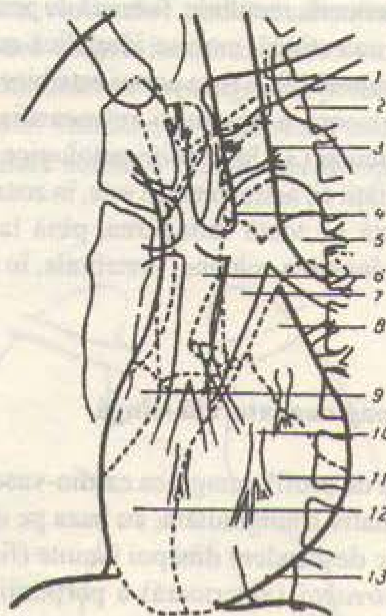


Fig.168. Imaginea cardio-vasculară în poziţia oblic anterioară stîngă 45°. 1. artera subclaviculară stîngă; 2. marginea posterioară a traheei; 3. crosa aortei; 4. marginea anterioară a traheei; 5. artera pulmonară stîngă; 6. hilul drept; 7. bronhia principală dreaptă; 8. atriul stîng; 9. atriul drept; 10. vene pulmonare; 11. ventriculul stîng; 12. ventriculul drept; 13. vena cavă inferioară.

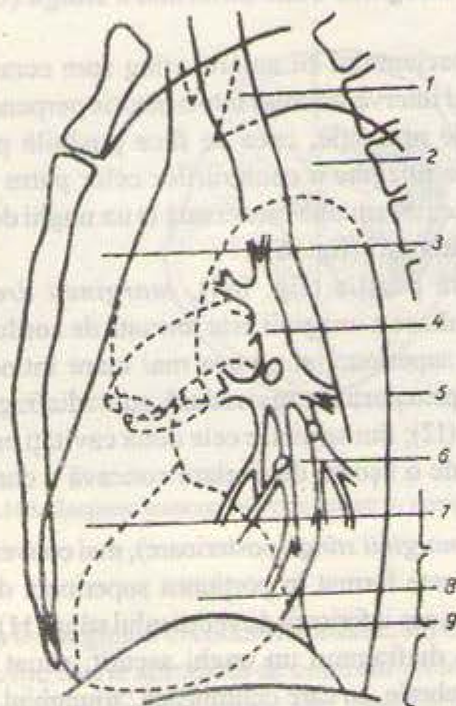


Fig.169. Imaginea cardio-vasculară în incidenţa laterală stîngă. 1.traheea; 2. crosa aortei; 3. spaţiul retrosternal; 4. hilurile pulmonare; 5. aorta descendentă; 6. atriul stîng; 7. ventriculul drept; 8. ventriculul stîng; 9. vena cavă inferioară.

Porţiunea vasculară a imaginii prezintă o margine dreaptă sau anterioară, rectilinie, formată de peretele aortei ascendente, şi una stîngă, care se identifică cu marginea posterioară a traheei (2). Crosa aortei este bine vizibilă în regiunea superioară a spaţiului retrocardiac, înapoia pediculului vascular (3); în condiţii patologice care duc la creşterea opacităţii ei, aorta toracică este, în această poziţie, net reprezentată pe toată întinderea, pînă la diafragm, proiectîndu-se înaintea coloanei vertebrale, în spaţiul clar retrocardiac.

6.2.4. Imaginea laterală stîngă

In incidenţa de profil, imaginea cardio-vasculară are o formă aproximativ triunghiulară, cu baza pe diafragm, şi un traiect oblic descendent dinapoi înainte (fig. l69).

Marginea dreaptă (anterioară) a porţiunii cardiace a imaginii este formată de peretele anterior, convex, al ventriculului drept (7); în regiunea pediculului vascular, această margine are un traiect rectiliniu şi corespunde peretelui anterior al aortei ascendente.

Marginea stîngă (posterioară) a opacităţii este formată în porţiunea cardiacă de către peretele posterior al atriului stîng (6) şi pe o mică întindere, supradiafragmatic, de ventriculul stîng (8); conturul este continuat în segmentul vascular de peretele anterior al traheei (1).

Intre cord şi peretele anterior al toracelui se delimitează în această incidenţă spaţiul clar retrosternal, care corespunde mediastinului anterior (3). Inapoia opacităţii cardio vasculare, pînă la marginea anterioară a coloanei, este vizibil spaţiul retrocardiac, regiune transparentă îngustă, în care se poate recunoaşte aorta descendentă (5), în special dacă prezintă o opacitate crescută patologic.

6.2.5. Măsurătorile cordului şi vaselor mari.

Incercările de evaluare a stării morfofuncţionale a inimii prin măsurarea diferitelor sale diametre s-au dovedit lipsite de valoare; ele se bazează pe obţinerea unei imagini cardiovasculare în proiecţie paralelă (ortodiagrama sau teleradiografie) şi stabilirea pe conturul acesteia a unor puncte ce reprezintă prezumptiv limite între cavităţile inimii sau margini ale formaţiunilor vasculare. Aceste puncte servesc ca repere pentru trasarea diametrelor (vezi fig. 151).

Un oarecare interes mai prezintă, într-un număr limitat de situaţii, măsurarea calibrului aortei, în condiţii care respectă riguros proiecţia paralelă. Această măsurare poate fi făcută în OAD, la o rotaţie de 30°, după tehnica Vaquez (fig.170,a) sau de faţă, cu esofag baritat, după tehnica Kreuzfuchs (fig.170,b).

Aceasta din urmă constă din măsurarea calibrului crosei la nivelul butonului aortic, între punctul cel mai extern al acestuia şi punctul corespunzător (situat pe aceeaşi orizontală) de pe concavitatea imaginii esofagului opacifiat.

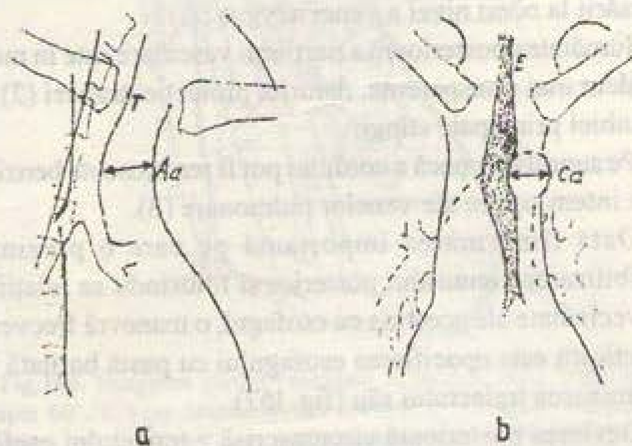


Fig. 170. Măsurarea diametrului aortic după Vaquez (a) şi Kreuzfuchs (b). T: traheea; Aa: aorta ascendentă; E: esofag baritat; Ca: crosa aortei.

6.3. Influența unor factori fiziologici și extracardiaci asupra imaginii cardiovasculare

Imaginea cardio-vasculară recunoaște o remarcabilă variabilitate de formă, în funcție de unii factori constituționali, de anumite momente și stări fiziologice, ca și de factori extracardiaci. Dintre acestea, un rol deosebit revine poziției diafragmului, fazelor respiratorii și vîrstei.

6.3.1. Cordul și poziția diafragmului

Poziția înaltă a ambelor hemidiafragme, produsă de cauze diferite (tip constituțional hiperstenic, obezitate, sarcina, ascită, tumori abdominale voluminoase), are ca rezultat o mărire aparentă a cordului în sens transversal, ca și o ușoară lărgire și scurtare a pediculului vascular. In acest fel, cordul se transversalizează sau se "orizontalizează" (fig.171).

Aparenta mărire în sens transversal se produce în mod obișnuit mai ales spre stînga; la aceasta contribuie ridicarea porțiunii ventriculare a inimii, care suferă și o rotație spre stînga. Rezultă o accentuare a adîncimii golfului cardiac, ce imprimă uneori o moderată configurație aortică.

O modificare similară a siluetei cardio-vasculare se observă în cursul examinării în decubit și se datorează de asemenea, în cea mai mare masură, ridicării hemidiafragmelor.

Poziția înaltă a hemidiafragmului drept, determinată de pareza acestuia sau de procese expansive ale hipocondrului respectiv, determină ridicarea jumătății drepte

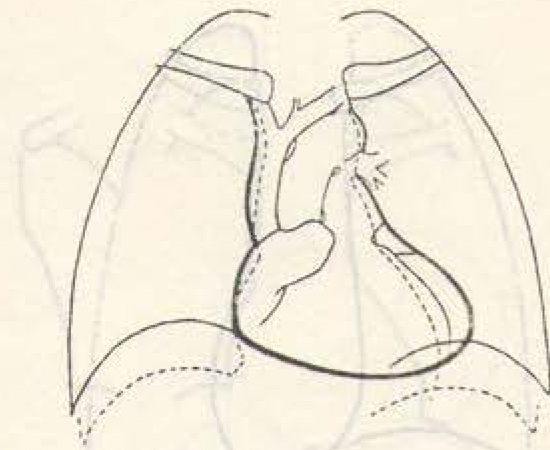


Fig.171. Influența poziției înalte a ambelor hemidiafragme asupra imaginii cardio-vasculare.

a cordului, însoțită de deplasarea lui spre stînga. In acest fel, golful cardiac se aplatizeaza, schițîndu-se o configurație mitrală (fig.172,a).

Poziția înaltă a hemidiafragmului sting, datorată unor condiții similare, are ca urmare fie o transversalizare a cordului, prin ridicarea și rotația vîrfului, rezultînd o configurație aortică (fig.172,b), fie deplasarea în ansamblu, spre dreapta, a organelor mediastinale, care duce la o dextropoziție cardiacă.

Poziția joasă a diafragmului, proprie tipului constituțional astenic, dar care poate fi intîlnită și în ptoza accentuată a viscerelor abdominale și în emfizemul pulmonar, are asupra imaginii cardio-vasculare efecte contrarii celor descrise în paragrafele precedente. Cordul, ca și pediculul vascular, se deplasează caudal, porțiunea lui ventriculară suferă o rotație spre dreapta, în timp ce

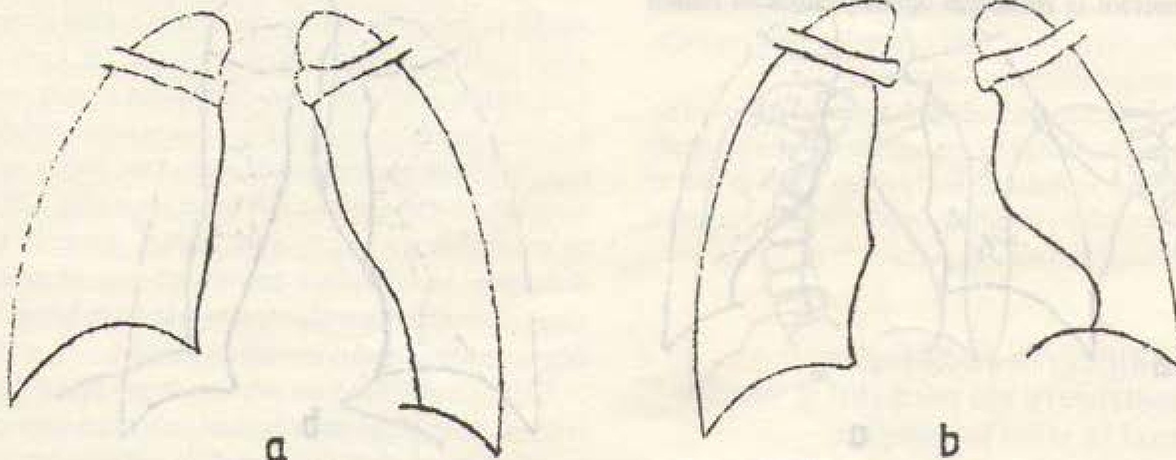


Fig. 172. Influența asupra imaginii cardio-vasculare a ridicării hemidiafragmului drept (a) și stîng (b).

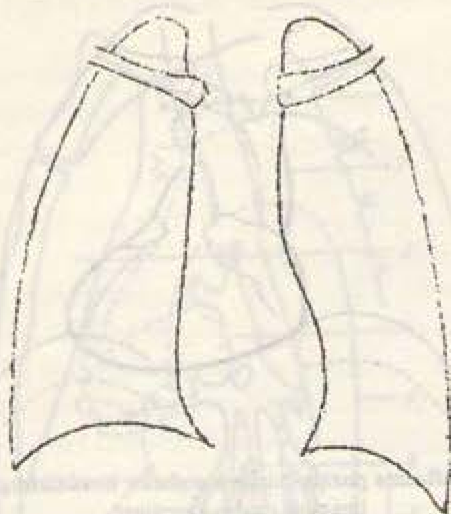


Fig. 173. Cord "în picătură" (tip constituţional astenic).

marginea dreaptă, mai fixă, se întinde şi se îngustează. Cordul în ansamblul lui pare dispus vertical, se "verticalizează".

Diametrul transversal se poate reduce considerabil, mai ales în jumatatea lui stîngă, astfel încît marginea stîngă se situează la aceeaşi distanţă faţă de linia mediană ca şi cea dreaptă. In această situaţie vorbim de un "cord median".

Pe lîngă îngustarea imaginii cordului şi pediculului vascular, reducerea proeminenţei arcului inferior stîng conferă siluetei cardio-vasculare o configuraţie mitrală, accentuată de ştergerea butonului aortic (prin alungirea crosei) şi, uneori, de proeminenţa în golful cardiac a atriului stîng sau a arterei pulmonare, determinată de rotaţie.

In gradele extreme de coborîre a diafragmului, cordul pare desprins de acesta, realizîndu-se aşa-numitul aspect "în picătură" sau "în pendulă" (fig.173).

6.3.2. Cordul şi respiraţia

Fazele respiratorii modifică imaginea cardio-vasculară în principal prin schimbarea poziţiei diafragmului, în sensurile descrise mai înainte. Modificările sînt în general neglijabile în cursul respiraţiei obişnuite şi devin evidente numai în cazul unor respiraţii profunde.

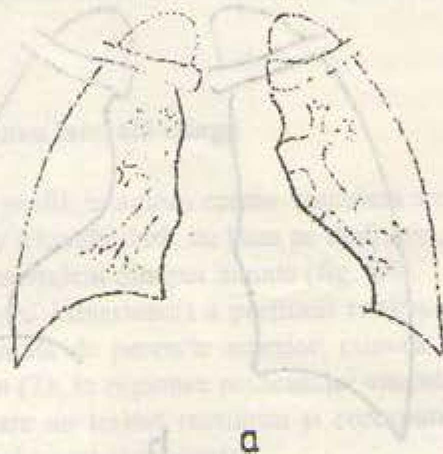
Trebuie avut în vedere însă faptul că în timpul respiraţiei cordul suferă şi modificari reale de mărime, datorate gradului de umplere cu sînge a cavităţilor sale, care este mai ridicat în expir decît în inspir. Aceste variaţii de volum sînt deosebit de evidente în timpul manevrelor Müller şi Valsalva.

In cursul manevrei Müller se produce o creştere evidentă de volum a inimii, în special a celei drepte, prin umplerea sporită cu sînge a cavităţilor sale, ca şi o accentuare a imaginilor vasculare (fig.174,a).

Manevra Valsalva, care sporeşte considerabil presiunea intratoracică, duce la o micşorare globală a opacităţii mediane şi la diminuarea imaginilor vasculare (fig.174,b). Pe lîngă reducerea afluxului venos spre inimă, intervine şi o adevărată "stoarcere" a cavităţilor cardiace, sîngele restant fiind aruncat în circulaţie aproape în totalitate.

6.3.3. Cordul şi vîrsta

Cordul de sugar şi de copil îşi datorează particularităţile imaginii în bună parte condiţiilor spaţiale toracice: înălţimea redusă şi adîncimea relativ mare a cutiei toracice, poziţia înaltă a diafragmului (accentuată de practicarea examenului în decubit). La acestea se adaugă şi caractere structurale intrinseci: elasticitatea pereţilor cordului (care îi conferă acestuia o accentuată posibilitate de deformare),



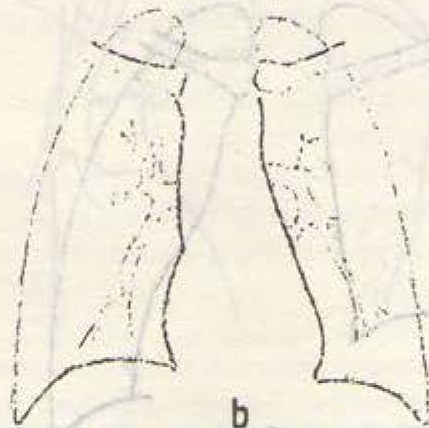


Fig.174. Modificarea imaginii cardio-vasculare în cursul manevrei Müller (expir prelungit, urmat de o tentativă de inspir, cu glota închisă (a) şi Valsalva (inspir profund, urmat de tentativa de expir cu glota închisă) (b).

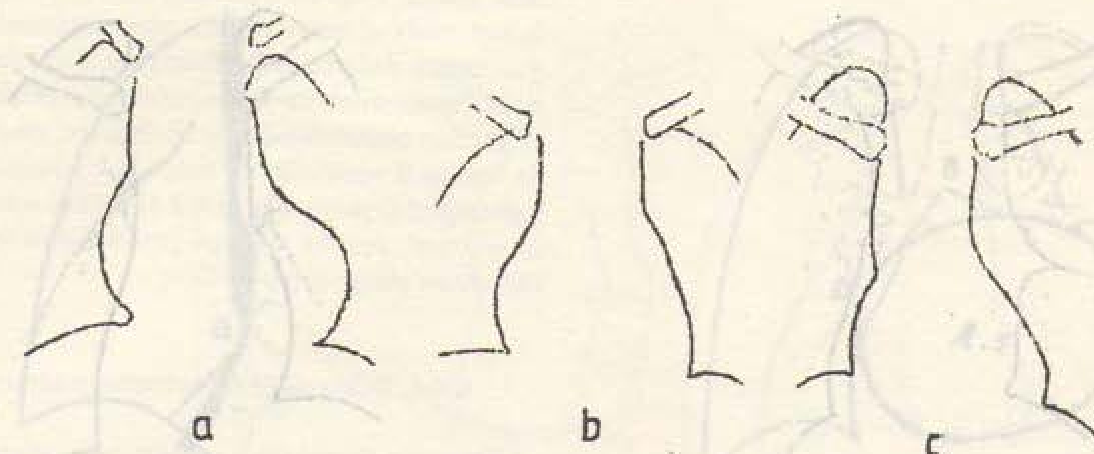


Fig.175. Evoluţia imaginii cardio-vasculare în funcţie de vîrstă. a: sugar b: copil de 2 ani; c: copil de 6 ani.

dimensiunile relativ mari ale inimii în raport cu cutia toracică, raportul volumetric dintre cei doi ventriculi diferit faţă de adult (crescut în favoarea celui drept).

Toţi aceşti factori concură la realizarea imaginii unui cord mare, dispus transversal, cu o slabă segmentare în arcuri a marginilor, continuat fără demarcaţie netă de un pedicul vascular larg şi relativ puţin dezvoltat în lungime. Golful slab reprezentat şi lipsa formării butonului aortic imprimă imaginii o configuraţie apropiată de cea mitrală, accentuată deseori de prezenţa timusului şi a unei tiroide mari. Incepînd cu cel de al 2-lea an de viaţă, imaginea cardio-vasculară se modifică treptat, tinzînd să se apropie, spre sfîrşitul celui de al 6-lea an, de cea a adultului (fig. 175).

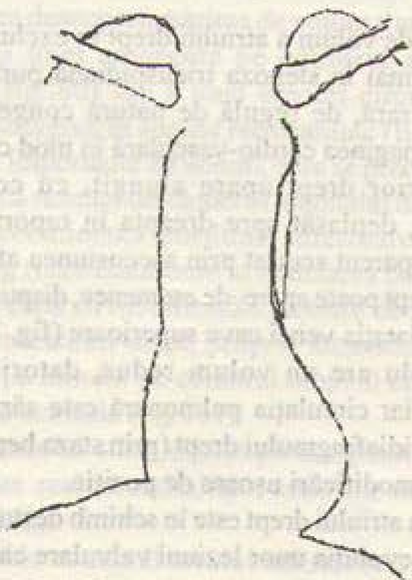


Fig.176. "Cord senil".

Cordul la vîrste înaintate. După unele opinii, la asemenea vîrste, organul ar suferi o reducere de volum, care reflectă procesul de involuţie senilă a musculaturii scheletice. In nici un caz, această stare nu poate fi considerată ca o regulă. De obicei, lărgirea şi alungirea aortei, determinată de scleroza vasului, ca şi un grad variabil de mărire a ventriculului stîng, consecinţă a circulaţiei coronariene deficietare, conferă imaginii cardio-vasculare o configuraţie apropiată de cea aortică (fig.176). Este însă greu de precizat dacă aspectul poate fi considerat fiziologic sau se datorează factorilor patologici care se manifestă frecvent la această vîrstă. Noţiunea de cord senil, ca expresie radiologică, rămîne astfel discutabilă.

6.3.4. Cordul şi deformările cutiei toracice.

Deformările grave ale cutiei toracice (cifoza, scolioza, cifo-scolioza, înfundarea sternului, mai rar, lordoza coloanei toracale) produc deplasări şi torsiuni ale organe-

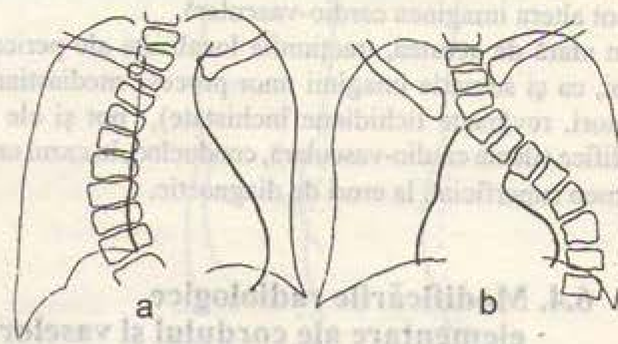


Fig.177. Modificarea imaginii cardio-vasculare în unele deformări ale cutiei toracice. a: scolioză dextroconvexă; b: cifo-scolioză sinistroconvexă.

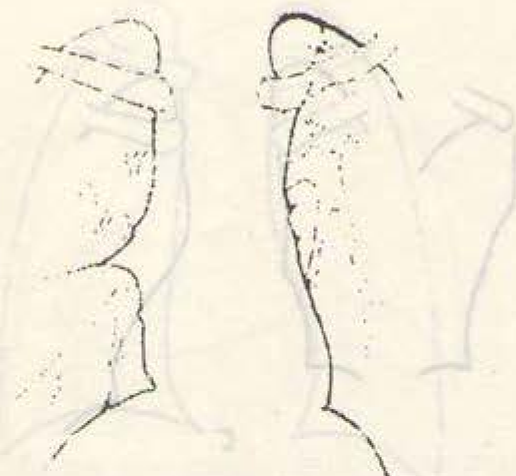


Fig.178. Modificarea siluetei cardio-vasculare prin procese retractil-fibroase pleuro-pulmonare.

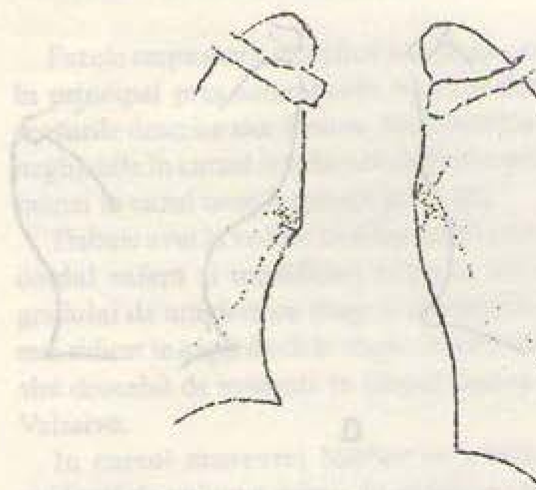


Fig.179. Cord cu stenoză de tricuspidă.

lor mediastinale. Modificarea ariei de proiecţie a cordului şi a topografiei sale alterează imaginea cardio-vasculară, creînd modificări aparente de dimensiuni şi configuraţie uneori foarte dificil de interpretat (fig.177). In realitate, în cazul deformărilor importante ale cutiei toracice, cordul este rareori normal. El lucrează în condiţii hemodinamice neobişnuite; acestea creează rezistenţe crescute, în special pentru cordul drept, care va suferi modificări similare celor ale cordului pulmonar.

6.3.5. Cordul şi procesele patologice pleuro-pulmonare

Făcînd abstracţie de procesele patologice care modifică în mod real condiţiile activităţii cardiace şi care conduc la instituirea cordului pulmonar, trebuie avute în vedere unele procese expansive sau retractile ale plămînului şi pleurei, însoţite de dislocări şi rotaţii ale organelor mediastinale, ce pot altera imaginea cardio-vasculară.

In afară de acestea, tracţiunile localizate ale pericardului, ca şi sumaţia imaginii unor procese mediastinale (tumori, revărsate lichidiene închistate), pot şi ele să modifice silueta cardio-vasculară, conducînd, în cazul unui examen superficial, la erori de diagnostic.

6.4. Modificările radiologice elementare ale cordului şi vaselor mari în stări patologice

Evaluarea radiologică a stării cordului trebuie să înceapă întotdeauna cu aprecierea *dimensiunilor* sale globale. Acestea pot fi reduse, însă de obicei, în procese patologice de cea mai variată natură, sînt crescute în raport cu normalul. In acest caz, este necesar să se precizeze *sensul* predominant al acestei creşteri (longitudinal, transversal, spre stînga sau spre dreapta).

A doua etapă în identificarea stării patologice prezente trebuie să o constituie încadrarea imaginii într-o anumită *configuraţie*, adică o *modificare de formă* care poate căpăta o semnificaţie semiotică. Asemenea modificări sînt produse de regulă de creşteri dimensionale distincte ale uneia sau mai multor cavităţi ale cordului.

6.4.1. Dilataţia atriului drept

Mărirea de volum a atriului drept în exclusivitate este posibilă numai în stenoza tricuspidiană pură, afecţiune extrem de rară, de regulă de natură congenitală, care modifică imaginea cardio-vasculară în mod caracteristic: arcul inferior drept apare alungit, cu convexitatea accentuată, deplasat spre dreapta în raport cu poziţia normală. Aparent scurtat prin ascensiunea atriului, arcul superior drept poate apare, de asemenea, dispus mai lateral, marcînd dilataţia venei cave superioare (fig. 179). Cordul în ansamblu are un volum redus, datorită umplerii deficitare, iar circulaţia pulmonară este săracă. Ascensiunea hemidiafragmului drept (prin staza hepatică) poate determina modificări uşoare de poziţie.

Dilataţia atriului drept este în schimb destul de frecvent întîlnită în evoluţia unor leziuni valvulare care conduc la insuficienţă relativă (funcţională) a orificiului tricuspidian. Contribuţia atriului mărit la modificarea imaginii radiologice se traduce în asemenea situaţii prin mărirea



Fig.180. Amprentă (a) pe conturul anterior al esofagului, produsă de un atriu stîng discret mărit.

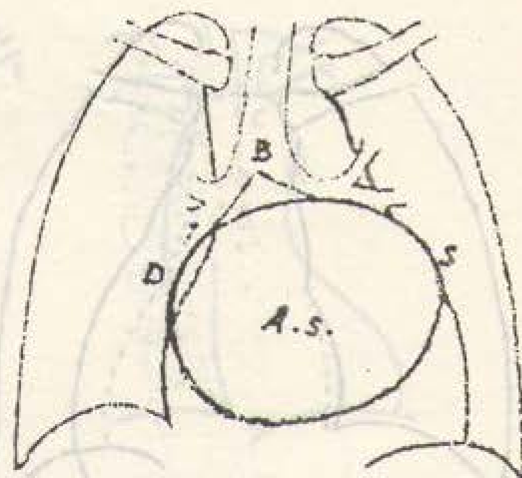


Fig. 181. Modificări produse de mărirea importantă de volum a atriului stîng. B: unghiul de bifurcaţie a traheei D: conturul drept al cordului (arcul inferior); S: conturul stîng.

spre dreapta a diametrului transversal al cordului, alungirea şi accentuarea convexităţii arcului inferior drept, lărgirea imaginii venei cave superioare şi ascensiunea hemidiafragmului drept.

6.4.2. Dilataţia atriului stîng

Reprezintă elementul caracteristic al leziunilor valvulare mitrale; de aceea, evidenţierea ei radiologică este semnificativă pentru diagnosticul acestor leziuni.

Dilataţiile minore ale atriului pot fi puse în evidenţă numai prin examenul cu esofag baritat (în OAD, OAS sau profil), întrucît nu modifică imaginea de faţă a cordului. Acest examen descoperă mărirea de volum a atriului, prin evidenţierea unei amprente pe conturul anterior al esofagului (fig.180) sau a unei devieri circumscrise a traiectului esofagian în spaţiul retrocardiac (fig.167).

Creşterile importante de volum, care se produc în toate direcţiile, au ca rezultat deschiderea unghiului de bifurcaţie a traheei, proeminenţa porţiunii inferioare a arcului mijlociu stîng (care contribuie la realizarea configuraţiei mitrale, împreună cu modificările produse de mărirea de volum a ventriculului drept, proprie leziunilor mitrale), în fine, apariţia atriului pe conturul drept al cordului sau în vecinătatea acestuia (fig.181).

Prezenţa atriului stîng dilatat pe marginea dreaptă a cordului poate realiza radiologic unul din următoarele aspecte (fig.182):

– dublu contur al arcului inferior (a);

– contur biarcuat (b);

– atriul stîng marginal pe toată întinderea arcului inferior, pînă la diafragm (c).

Dezvoltarea importantă spre dreapta a atriului stîng creează uneori probleme dificile de diagnostic diferenţial cu mărirea în aceeaşi direcţie a cordului drept, care capătă o semnificaţie diferită din punct de vedere fiziopatologic.

6.4.3. Dilataţia şi hipertrofia ventriculului drept

Mărirea de volum a ventriculului drept, produsă de dilataţia şi hipertrofia lui, determină modificări importante şi caracteristice ale imaginii cardio-vasculare. Potrivit arhitecturii şi topografiei sale, ca urmare a solicitărilor hemodinamice neobişnuite produse de umpleri diastolice exagerate sau rezistenţe crescute în evacuare, ventriculul poate creşte dimensional atît în sens vertical, cît şi în sens transversal.

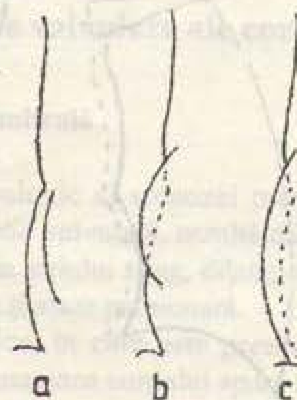


Fig.182. Modificări produse de prezenţa atriului stîng pe conturul drept al cordului. a: dublu contur; b: contur biarcuat; c: atriul stîng marginal pe toată întinderea arcului inferior drept.

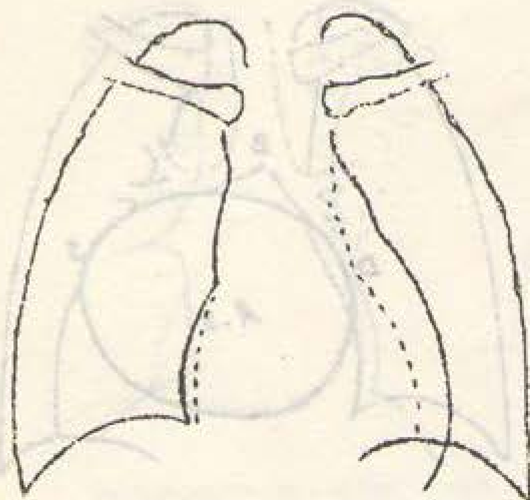


Fig.183. Configuraţie mitrală.

Dezvoltarea în sens vertical duce la alungirea în ansamblu a conturului stîng, însoţită de coborîrea vîrfului inimii. Creşterea de volum a porţiunii verticale a ventriculului ("calea de ieşire", a cărei porţiune finală este conul arterei pulmonare) determină proeminenţa acesteia în arcul mijlociu, care devine convex; trunchiul arterei pulmonare, solicitată de aceleaşi condiţii hemodinamice la care este supus şi ventriculul, se dilată, accentuînd această convexitate în porţiunea superioară a arcului.

Această configuraţie a cordului, în care adîncitura golfului cardiac este înlocuită prin proeminenţa arcului mijlociu, este denumită "configuraţie mitrală" (fig.183).

Noţiunea trebuie înţeleasă în sens strict semiotic; deşi configuraţia mitrală este cel mai frecvent apanajul leziunilor mitrale, ea poate fi produsă şi de alte variate afecţiuni în care orificiul mitral nu este interesat (stenoza de arteră pulmonară, defectul de sept atrial etc.), dar care au ca element comun dilataţia şi hipertrofia ventriculară dreaptă.

In afara modificării de formă descrise, creşterea globală de volum a ventriculului drept se traduce în imaginea radiologică şi printr-o mărire a opacităţii cardiace în sens transversal, care se produce predominant spre stînga şi care poate atinge grade diferite.

6.4.4. Dilataţia şi hipertrofia ventriculului stîng

Creşterea de volum a ventriculului stîng se soldează din punct de vedere radiologic cu mărirea în sens transversal a imaginii cordului, predominant spre stînga, alungirea arcului inferior stîng şi accentuarea convexităţii lui.

Deoarece stările hemodinamice care produc dilataţia şi hipertrofia ventriculului stîng sporesc şi solicitarea funcţională a vasului său aferent, aorta, aceasta va suferi o creştere de calibru, o alungire şi desfăşurare a arcului său. Consecinţa acestor modificări este apariţia ascendentei la nivelul arcului superior drept, unde ea devine marginală, imprimînd conturului respectiv o evidentă convexitate; de asemenea, creşterea dimensională, ascensiunea şi accentuarea proeminenţei butonului aortic.

Creşterea dimensională a ventriculului stîng, ca şi dilataţia, alungirea şi desfăşurarea arcului aortic, sînt bine vizibile şi pe imaginile în OAS şi profil. In aceste incidenţe, porţiunea proximală a ventriculului, "calea de intrare", proemină în spaţiul retrocardiac, supradiafragmatic, modificînd unghiul dintre cord şi diafragm, care devine drept sau obtuz (fig.184,b).

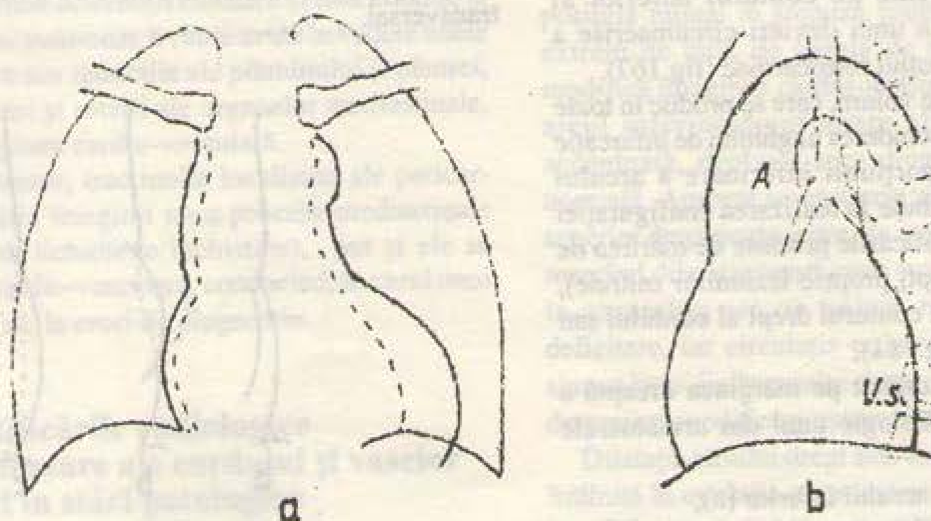


Fig.184. Modificarea imaginii radiologice a inimii prin mărirea de volum a ventriculului stîng. a: configuraţia aortică pe imaginea de faţă; b: imaginea în OAS (V.s.: ventriculul stîng, A: aorta).

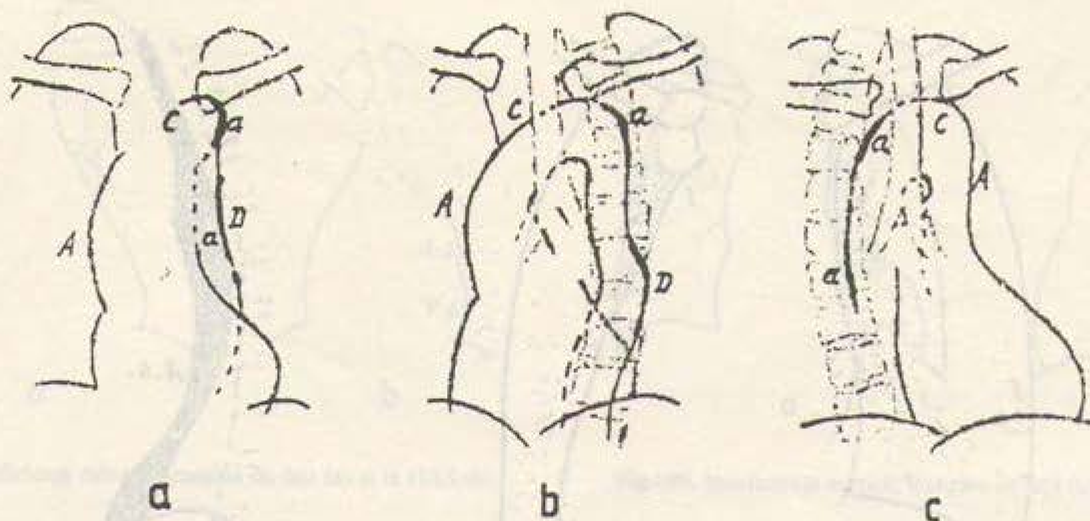


Fig. 185. Aspecte radiologice create de alungirea şi lărgirea cu caracter difuz a aortei, pe imaginea de faţă (a), în OAS (b) şi OAD (c). A: ascendenta; C: crosa; D: descendenta; a: ateroame.

Rezultatul modificărilor descrise se traduce în ansamblu printr-o imagine cardio-vasculară caracterizată prin adîncirea considerabilă a golfului cardiac, adică prin realizarea "configuraţiei aortice" (fig.184,a).

6.4.5. Modificările elementare ale aortei

Procesele patologice intrinseci ale aortei se exprimă prin alungirea, lărgirea (difuză sau circumscrisă) a calibrului şi prin creşterea intensităţii opacităţii vasului.

Alungirea şi lărgirea difuză, rezultate ale pierderii elasticităţii pereţilor aortici, se manifestă radiologic în primul rînd prin modificarea imaginii de faţă a pediculului vascular. Arcul superior drept devine mai lung şi în acelaşi timp convex, datorită faptului că aorta ascendentă depăşeşte în afară cava suparioară, devenind marginală la nivelul arcului respectiv (fig.185,a). Butonul aortic este situat mai sus decît în condiţii normale, proiectîndu-se uneori peste extremitatea claviculei; el proemină mai puternic şi prezintă o rază de curbura mărită (fig.185,a). De alte ori, descendenta devine vizibilă în golful cardiac, sub forma unei opacităţi în bandă ce descinde de la nivelul butonului (fig.185,a). In ansamblu, pediculul vascular apare, pe imaginea în plan frontal, alungit şi lărgit.

Alungirea pronunţată a aortei toracale poate duce la formarea unor angulaţii ale traiectului vasului, vizibile atît pe imaginea de faţă, cît şi pe cele din incidenţele oblice (fig.185). Evidenţierea lor este uşurată de creşterea opacităţii, care însoţeşte de regulă alungirea şi dilataţia.

Sediul obişnuit al acestor angulaţii este reprezentat de ascendentă, porţiunea distală a crosei şi porţiunea mijlocie a descendentei.

Creşterea opacităţii aortei, corolar firesc al dilataţiei sale şi sporirii conţinutului sanguin intravascular, dar şi consecinţa sclerozei parietale, este considerabil accentuată de prezenţa *ateroamelor*, depozite calcare dispuse sub stratul endotelial al vasului. Ateroamele realizează lizeree opace de intensitate calcară, care dublează contururile aortei, uneori pe întreaga ei întindere (fig.185).

6.4.6. Modificările elementare ale circulaţiei pulmonare

Acestea au fost prezentate în capitolul consacrat radiodiagnosticului aparatului respirator (vezi "Stările patologice ale vaselor pulmonare").

6.5. Leziunile valvulare ale cordului

6.5.1. Stenoza mitrală

Aspectul radiologic al stenozei mitrale, cea mai frecventă cardiopatie valvulară, rezultă din modificările produse de dilataţia atriului stîng, dilataţia şi hipertrofia ventriculului drept şi staza pulmonară.

In formele tipice, în care este prezentă o leziune orificială severă, imaginea cordului apare mărită în sens vertical şi transversal (spre stînga). Forma cordului realizează în mod caracteristic configuraţia mitrală, la care contribuie atît mărirea în sens longitudinal a ventriculului drept, cît şi atriul stîng mult dilatat (fig.186).

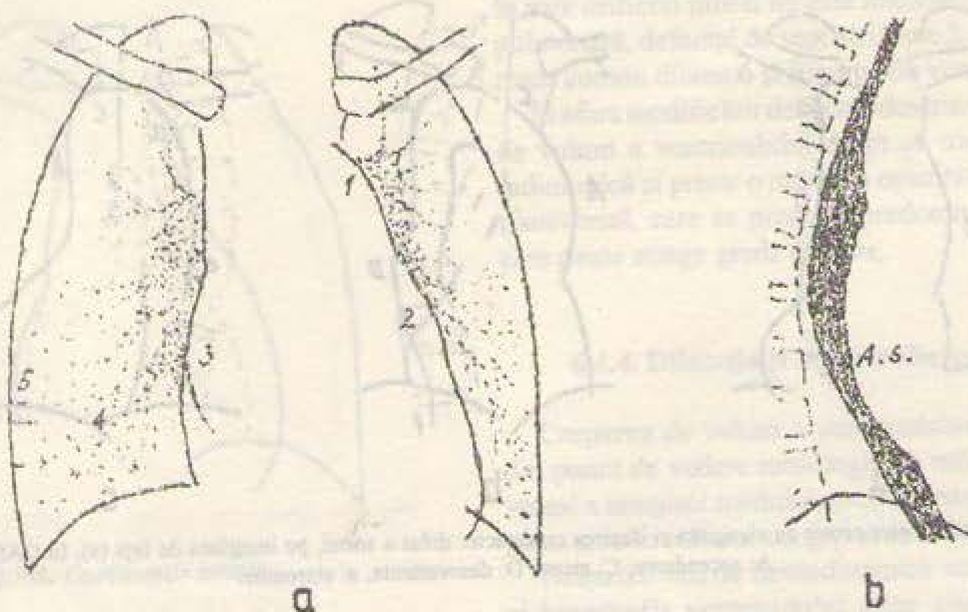


Fig.186. Stenoza mitrală; imagine de față (a) și în OAD cu esofag baritat (b). 1. proeminența trunchiului arterei pulmonare; 2. proeminența atriului stîng în regiunea inferioară a golfului cardiac; 3. dublu contur al arcului inferior drept; 4. staza pulmonară; 5. linii Kerley.

Proeminența conului și trunchiului arterei pulmonare în regiunea superioară a golfului cardiac (fig.186,a,1), ca și ascensiunea trunchiului, au ca rezultat acoperirea parțială a butonului aortic, care apare mai puțin individualizat. In cazuri mai rare, "ștergerea" butonului se poate datora și reducerii calibrului aortic, prin umplerea mai redusă cu sînge a vasului.

Atriul stîng, prin segmentul lui auricular, proemină în regiunea inferioară a arcului mijlociu, pe care îl și prelungește în jos, în dauna arcului inferior (fig.186,a,2); acesta devine în aparență mai scurt. Reducerea reală a lungimii arcului inferior, datorată scăderii volumului ventricular, este destul de rară.

Limita dintre cele două formațiuni anatomice proeminente la nivelul arcului mijlociu (trunchiul pulmonarei și atriul stîng) este de obicei ușor de recunoscut, prin prezența unei mici denivelări de contur.

Mărirea de volum a atriului stîng este marcată, pe lîngă proeminența lui pe conturul stîng, și de modificarea aspectului arcului inferior drept, care capătă un contur dublu sau biarcuat (fig.186,a,3), ca și de devierea esofagului baritat (fig.186,b).

In formele ușoare, configurația cordului (ca, de altfel și dimensiunile lui) este puțin modificată, astfel încît diagnosticul radiologic se bazează aproape în exclusivitate pe evidențierea unui atriu stîng mărit, posibilă deseori numai prin opacifierea esofagului.

Staza pulmonară este caracteristică stenozei mitrale și se poate manifesta radiologic în oricare din gradele evolutive care au fost descrise în capitolul "Stările patologice ale vaselor pulmonare".

In unele cazuri, aspectul circulației pulmonare poate fi dominat de semnele hipertensiunii, care se instalează ca urmare a stării spastice a arterelor pulmonare periferice ("al doilea baraj circulator"). Caracterele radiologice ale hipertensiunii în arterele micii circulații au fost descrise în capitolul menționat.

Creșterea spre dreapta a diametrului transversal al cordului, de obicei simultană cu reducerea evidentă a semnelor stazei pulmonare, reflectă instalarea insuficienței relative de tricuspidă, care însoțește sau precede decompensarea leziunii mitrale.

Staza venoasă sistemică se poate traduce în această situație prin ascensiunea hemidiafragmului drept (datorată hepatomegaliei) și mai ales prin prezența de revărsate lichidiene pleurale (transsudate), observate mai frecvent în dreapta, mai rar bilateral.

6.5.2. Insuficiența mitrală pură

Aceasta produce modificări radiologice similare în linii mari celor aparute în stenoză, dar mult mai puțin pregnante (fig.187). Configurația mitrală este mai slab exprimată, ca și dilatația atriului stîng și staza pulmonară.

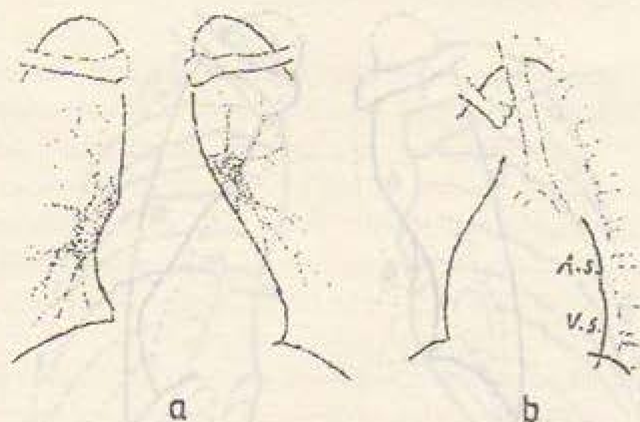


Fig.187. Insuficiență mitrală. Imagine de față (a) și în OAS (b).

In schimb, este vizibilă, în grade diferite, mărirea de volum a ventriculului stîng, în incidențele OAS și de profil (fig.187,b).

6.5.3 Boala mitrală

Realizează o imagine radiologică (fig.188) cu aceleași caractere ca ale stenozei pure a orificiului mitral, imagine de care nu se deosebește practic pe radiografia de față. Mărirea moderată de volum a ventriculului stîng poate fi evidențiată în incidențele OAS și de profil.

6.5.4. Insuficiența aortică

Se caracterizează radiologic, în formele tipice, prin semnele unei măriri considerabile a ventriculului stîng, vizibile pe imaginile de față și OAS, și ale alungirii,

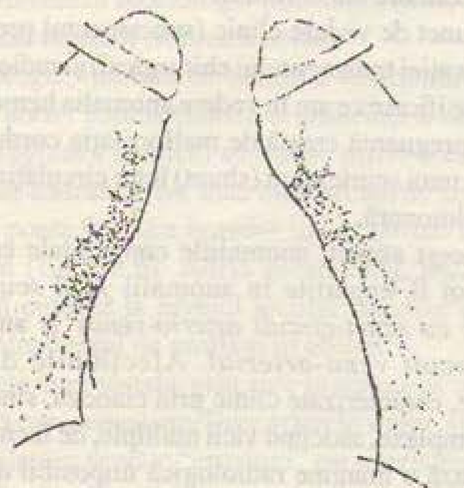


Fig.188. Boala mitrală.

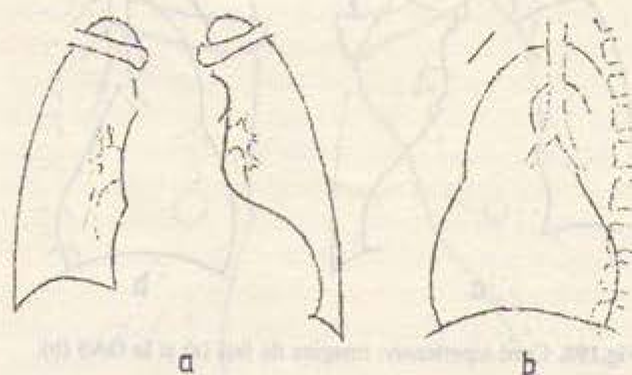


Fig.189. Insuficiență aortică; imagine de față (a) și în OAS (b).

lărgirii (mai ales la nivelul ascendentei) și desfășurării aortei. Aspectul global rezultat este o configurație aortică tipică (fig.189).

Examenul radioscopic și kimografic pun în evidență pe contururile ventriculului stîng și aortei mișcări pulsatile deosebit de ample, datorate creșterii considerabile a debitului-bătaie ventricular, caracteristică acestei leziuni valvulare. Circulația pulmonară prezintă modificări numai în stadiul de decompensare a afecțiunii, cînd apar semnele stazei pulmonare.

6.5.5. Stenoza aortică

Semnele radiologice prezente în stenoza orificiului aortic sînt comparabile cu cele ale insuficienței, dar mult mai puțin exprimate. Configurația aortică tipică este realizată numai de formele severe sau decorpensate; în cele comune, mărirea de volum a ventriculului stîng poate fi evidențiată numai în incidențele OAS sau de profil. Pulsațiile înregistrate kimografic au o amplitudine normală sau ușor redusă. Un aspect similar poate fi observat în cazurile de hipertensiune arterială severă, cu evoluție îndelungată (fig.190).

6.5.6. Stenoza arterei pulmonare

Natura endocarditică a afecțiunii este excepțională; mai frecvent, ea este congenitală și se asociază cu alte anomalii, în cadrul unor sindroame anatomo-clinice complexe.

Mărirea de volum a ventriculului drept, consecutivă creșterii rezistenței la evacuare, determină o configurație mitrală, accentuată de proeminența puternică a trunchiului arterei pulmonare. Aceasta se explică prin dilatația

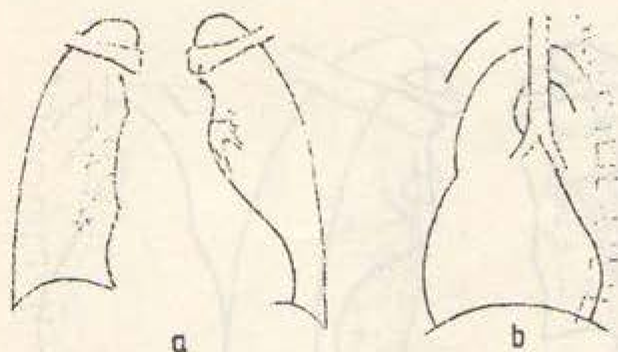


Fig.190. Cord hipertensiv; imagine de faţă (a) şi în OAS (b).

poststenotică, datorată, ca şi în cazul stenozei aortice, apariţiei unui curent dezordonat prin orificiul strîmtat, concomitent cu creşterea impulsului cinetic imprimat jetului de sînge de către ventriculul drept. Aspectul vaselor pulmonare periferice rămîne normal.

6.5.7. Insuficienţa orificiului pulmonar

Forma valvulară endocarditică este foarte rară, în opoziţie cu cea funcţională, care poate însoţi decompensarea unui cord mitral (aşa-numitul sindrom Graham-Steel).

In afara configuraţiei mitrale pe care o creează sau o accentuează, insuficienţa orificială pulmonară se manifestă radiologic (pe kimografie) prin pulsaţii ample la nivelul trunchiului şi prin vizibilizarea pulsaţiilor proprii ale arterelor pulmonare periferice.

6.5.8. Leziunile valvulare combinate

Produc de regulă un cord de dimensiuni mari, a cărui modificare de formă, complexă, schiţează o configuraţie impusă de elementul hemodinamic cel mai puternic.

Cordul *mitro-aortic* (asocierea stenozei mitrale cu insuficienţa aortică) are de obicei o configuraţie apropiată de cea mitrală, întrucît stenoza orificiului mitral nu permite umplerea în exces a cavităţii ventriculului stîng; acesta va apare moderat mărit, iar amplitudinea pulsaţiilor lui, ca şi ale aortei, nu apare crescută.

"*Viciul triorificial*" (stenoză mitrală, insuficienţă aortică, la care se adaugă insuficienţa relativă de tricuspidă) creează un cord global mărit, mai ales în sens transversal, spre stînga şi spre dreapta, a cărui configuraţie, predominant mitrală, este completată de semnele unei măriri accentuate a ambelor cavităţi drepte (fig.191).

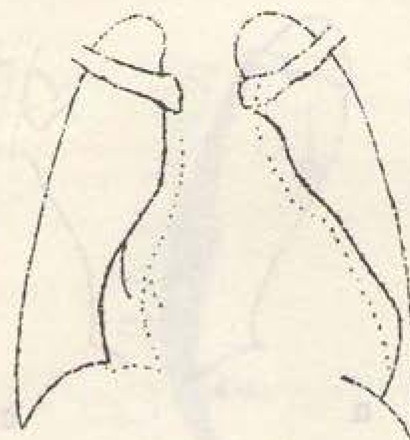


Fig.191. Viciu triorificial. Linia punctată marchează silueta cordului înaintea instalării insuficienţei relative de orificiu tricuspidian.

6.6. Anomaliile cogenitale cardio-vasculare

Aceste anomalii constituie o categorie de afecţiuni cu forme extrem de variate, în care tulburările hemodinamice, create de vicii ale arhitecturii cordului, produc modificări de formă şi dimensiuni deseori greu sau imposibil de interpretat prin tehnicile radiologice uzuale.

Din punct de vedere morfologic, anomaliile arhitecturale constau în esenţă din vicii orificiale (stenoze, insuficienţe, displazii ale valvulelor), persistenţa unor structuri care în mod obişnuit involuează şi dispar (canalul arterial, foramen ovale) şi defecte în formarea septurilor dintre cavităţi, care pot fi legate de defecte ale emergenţei, respectiv implantării vaselor mari în raport cu cavităţile corespunzătoare ale cordului.

Din punct de vedere clinic (sub aspectul prognosticului şi indicaţiei tratamentului chirurgical) şi radiologic, este utilă o clasificare ce are în vedere anomalia hemodinamică cea mai pregnantă creată de malformaţia cordului, adică existenţa unui scurtcircuit (shunt) între circulaţia sistemică şi cea pulmonară.

Sub acest aspect, anomaliile congenitale cardio-vasculare pot fi împărţite în anomalii *fără scurt-circuit*, anomalii *cu scurt-circuit arterio-venos* şi anomalii *cu scurt-circuit veno-arterial*. Afecţiunile din ultima categorie, caracterizate clinic prin cianoză, sînt de obicei foarte complexe, asociind vicii multiple, de factură variată. Ele creează o imagine radiologică imposibil de încadrat într-o configuraţie comună. De aceea, pentru identificarea tuturor viciilor arhitecturale prezente, pentru stabilirea

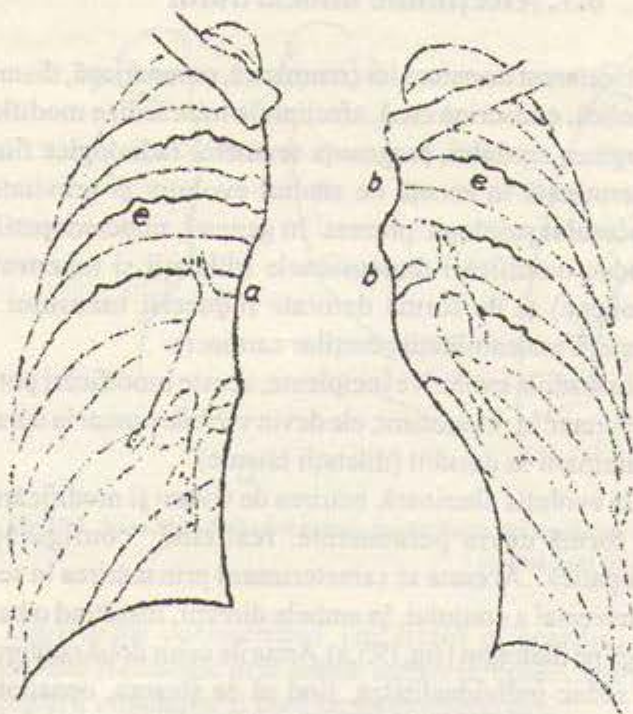


Fig.192. Stenoză de istm aortic. a: aorta ascendentă; b: buton dublu; c: eroziuni costale.

diagnosticului și evaluarea posibilităților terapeutice, este întotdeauna necesară practicarea de tehnici speciale, radio-chirurgicale (angiocardiografia, cateterismul cavităților, diverse proceduri vasografice).

6.6.1. Anomalii congenitale fără scurt-circuit.

Stenoza de arc aortic (coarctația aortică) este una din cele mai frecvente anomalii cardio-vasculare congenitale; se caracterizează morfologic prin îngustarea, hipoplazia sau aplazia regiunii istmice a aortei.

Radiologic, mărirea de volum a ventriculului stîng și dilatația aortei suprastenotice (consecință a obstacolului creat în regiunea istmică) se traduc printr-o configurație aortică, în cadrul căreia însă butonul aortic se comportă atipic: el poate lipsi din imagine sau apare sub forma unui arc dublu (fig.192,b). Aorta ascendentă, mult dilatată, proemină evident la nivelul arcului superior drept și în spațiul retrosternal de profil și în oblice.

Arterele intercostale, prin care se stabilește o circulație colaterală compensatoare între arterele supra- și substenotice, se dilată și produc "eroziuni" caracteristice ale coastelor regiunii mijlocii a toracelui, la nivelul arcurilor lor posterioare (fig.192,e);

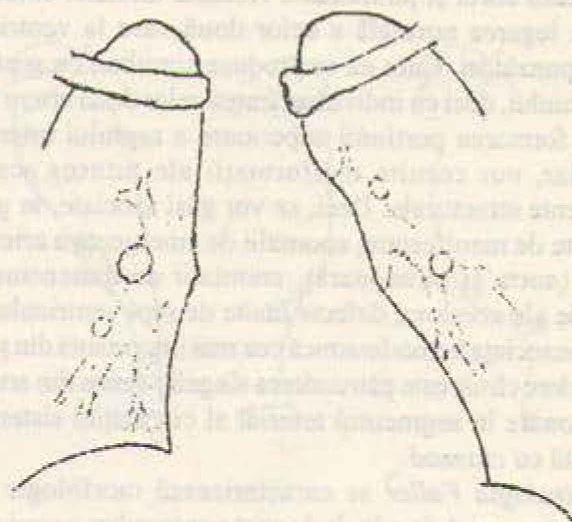


Fig.193. Defect de sept atrial.

6.6.2. Anomalii congenitale cu scurt-circuit arterio-venos

Defectul de sept atrial creează, într-un grad direct dependent de importanța defectului și implicit a shuntului, un exces de umplere a ventriculului drept. Acesta se datorează diferenței de presiune dintre cele două jumătăți ale inimii, care face ca sîngele să treacă din atriul stîng în atriul drept.

Radiologic, mărirea de volum a ventriculului drept se traduce printr-o configurație mitrală, din care lipsesc semnele dilatației atriului stîng (fig.193).

Debitul-bătaie ventricular mult sporit determină apariția hiperemiei pulmonare, ale cărei caractere radiologice au fost descrise în capitolul "Stările patologice ale vaselor pulmonare".

Asocierea stenozei mitrale cu un defect de sept atrial (sau cu persistența de foramen ovale) realizează un sindrom clinico-radiologic particular, sindromul Lutembacher.

6.6.3. Anomalii congenitale cu scurt-circuit veno-arterial

Aceste anomalii constituie grupul cu cele mai numeroase, variate și complexe forme morfologice. Categoria cea mai largă a acestui grup aparține așa-numitelor *transpoziții* ale arterelor mari, avînd la origine torsiunea vicioasă, incompletă a trunchiului bulbar, din care se

formează aorta şi pulmonara. Această torsiune condiţionează legarea normală a celor două vase la ventriculii corespunzători. Cum ea se produce simultan cu septarea trunchiului, deci cu individualizarea celor două artere mari şi cu formarea porţiunii superioare a septului interventricular, vor rezulta malformaţii ale tuturor acestor elemente structurale. Deci, se vor găsi asociate, în grade diferite de manifestare, anomalii de emergenţă a arterelor mari (aorta şi pulmonara), anomalii de dimensiune şi poziţie ale acestora, defecte înalte de sept ventricular.

Consecinţa hemodinamică cea mai importantă din punct de vedere clinic este pătrunderea sîngelui venos din arterele pulmonare în segmentul arterial al circulaţiei sistemice, soldată cu *cianoză*.

Tetralogia Fallot se caracterizează morfologic prin prezenţa unui defect înalt de sept ventricular, a unei aorte cu emergenţa pe acest defect ("călare" pe defect) şi a unei stenoze valvulare sau infundibulare, asociată cu hipoplazie, a arterei pulmonare (al patrulea element al tetralogiei, mărirea de volum a ventriculului drept, este consecinţa stării hemodinamice create de anomaliile de dezvoltare menţionate).

Prin existenţa unei căi neobişnuite de evacuare a conţinutului său (aorta), ventriculul drept suferă o dilataţie şi o hipertrofie de de tip particular, tradusă radiologic prin alungirea şi accentuarea convexităţii arcului inferior stîng. Hipoplazia trunchiului arterei pulmonare creează, prin adîncirea golfului cardiac, o configuraţie asemănătoare celei aortice, din care lipseşte însă proeminenţa butonului (fig.194 a). Examenul angiocardiografic evidenţiază situarea spre dreapta (dextropoziţia) arcului aortic, ca şi trecerea sîngelui din ventriculul drept în aortă (fig.194,b).

Circulaţia pulmonară este de obicei săracă şi se traduce radiologic prin aspectul de oligohemie.

6.7. Afecţiunile miocardului

Indiferent de natura lor (reumatică, coronariană, dismetabolică, endocrină etc.), afecţiunile miocardice modifică imaginea cordului, pregnanţa semnelor radiologice fiind determinată în esenţă de stadiul evolutiv şi gravitatea procesului patologic prezent. In general, miocardopatiile produc modificări dimensionale (dilataţii şi hipertrofii miogene) şi de formă datorate reducerii tonusului şi creşterii maleabilităţii pereţilor cardiaci).

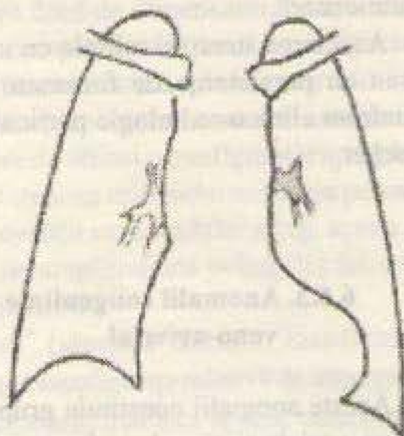
In stadiile evolutive incipiente, aceste modificări pot fi inaparente în ortostatism; ele devin vizibile numai în cursul examinarii în decubit (dilataţii latente).

In evoluţia ulterioară, mărirea de volum şi modificările de formă devin permanente, realizînd "configuraţia miopatică". Aceasta se caracterizează prin mărirea în sens transversal a cordului, în ambele direcţii, rezultînd o bază largă pe diafragm (fig.195,a). Arcurile celor două contururi îşi reduc individualitatea, tind să se şteargă, opacitatea cardio-vasculară devine amorfă; în timpul respiraţiei şi la schimbarea poziţiei pacientului, cordul vădeşte un grad neobişnuit de deformabilitate, care traduce alterarea tonusului pereţilor săi musculari ("cord de aluat").

Examenul kimografic evidenţiază mişcări pulsatile de amplitudine mult redusă, iar analiza croşetelor marginale descoperă modificări de formă ale acestora.

Formele foarte grave ale afecţiunilor miocardului (produse mai ales de insuficienţa coronariană) produc dilataţii considerabile ale cordului, contururile acestuia apropiindu-se de pereţii laterali ai toracelui.

Acest aspect capătă uneori în literatură eticheta de "cord bovin" (fig.195,b).



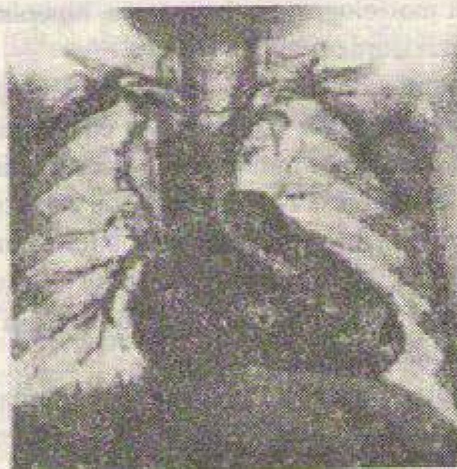


Fig.194. Tetralogia Fallot. a: imagine radiografică de faţă; b: angiocardiografia evidenţiază opacifierea concomitentă a aortei şi arterei pulmonare în dextrogramă.

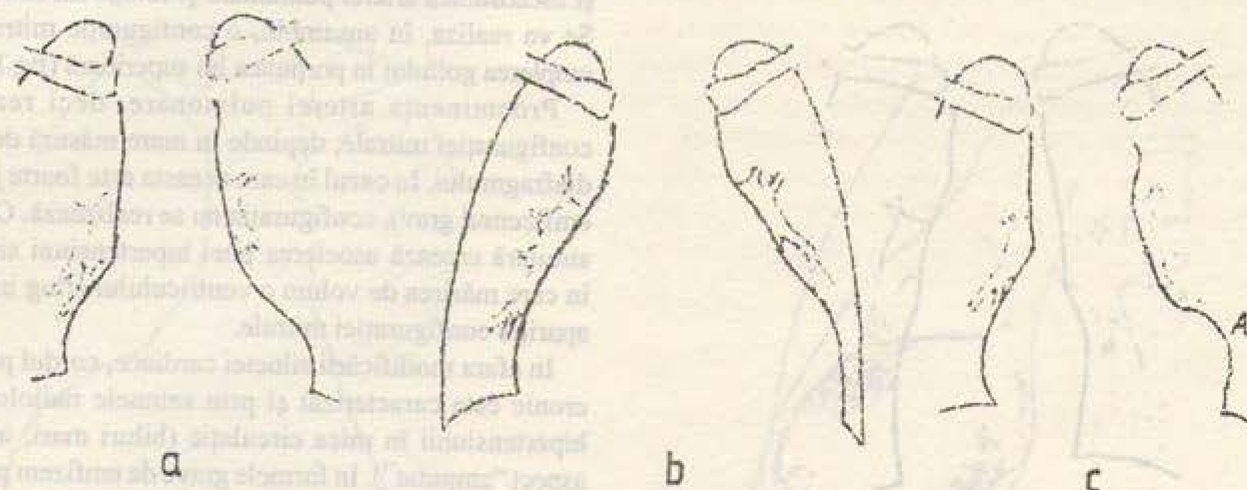


Fig.195. Aspecte radiologice create de patologia miocardului. a: configuraţie miopatică; b: "cord bovin" miopatic (insuficienţă coronariană); c: anevrism de perete ventricular stîng (A).

Obstrucţia coronariană (infarctul miocardic) se manifestă radiologic prin semne indirecte, consecinţe ale dereglării circulaţiei şi unor procese însoţitoare.

Leziunea miocardică produce o insuficienţă cardiacă cu caracter progresiv, însoţită de mărirea acută a volumului cordului. In funcţie de localizarea infarctului, dilataţia miocardului şi fenomenele de decompensare pot afecta cu predominanţă cordul drept, cordul stîng sau cordul în ansamblu.

In cursul unei insuficienţe stîngi, edemul pulmonar acut sau subacut apare frecvent, dar este rar evidenţiabil radiologic, datorită stării clinice precare a pacientului. Staza pulmonară este în schimb rară; ea apare de obicei cînd infarctul apare pe ventriculul stîng al unui hipertensiv.

Frecvent se observă revărsate lichidiene pericardice în cantitate redusă, care pot simula o mărire a cordului. Inflamaţia pericardică ce însoţeşte infarctele superficiale capătă rareori expresie radiologică; ea se transmite însă frecvent pleurei stîngi, cu formarea de exsudat în sinusul costo-diafragmatic respectiv.

Pareza hemidiafragmului stîng, cu poziţia înaltă a acestuia, însoţind o colecţie abundentă de gaze în unghiul splenic al colonului, este urmarea lezării frenicului prin iritaţia pleurei mediastinale sau un fenomen reflex. Ea este întîlnită, de asemenea, într-un număr mare de cazuri.

In aproximativ 2/3 din totalitatea cazurilor, prezenţa unui focar miomalacic sau a cicatricei acestuia se traduce, după un interval de 2-3 săptămîni de la constituire, prin semne kimografice: reducerea amplitudinii uneori pînă la dispariţie completă) şi modificări de formă ale croşetelor.

Investigaţia radioizotopică oferă, aşa cum am văzut (p.146), date deosebit de utile cu privire la perfuzia miocardului, evidenţiind cu claritate teritoriile ischemice şi pe cele necrotice, permiţînd în acelaşi timp diferenţierea celor două manifestări patologice.

Ca urmare a alterării grave a unor regiuni ale miocardului, se pot produce, la intervale de obicei mari de la vindecarea clinică a unui infarct, dilataţii circumscrise ale unei cavităţi a cordului, *anevrisme* ale pereţilor cardiaci. Acestea se manifestă radiologic sub forma unor proeminenţe de contur limitate, uniarcuate, cu limite nete sau prezentînd mici neregularităţi, date de simfiza pericardului (fig.195,c).

6.8. Cordul pulmonar

Sindromul clinico-radiologic al cordului pulmonar este consecinţa unor modificări ale micii circulaţii prin procese parenchimatoase pulmonare sau prin leziuni ale vaselor, care duc la hipertensiune arterială şi suprasolicitarea ventriculului drept prin creşterea rezistenţei la evacuarea acestuia. Cordul pulmonar se poate manifesta sub forma acută, subacută sau cronică.

6.8.1. Cordul pulmonar acut

Recunoaşte cauze morfologice, mai ales embolia pulmonară (în care sînt prezente însă şi fenomene reflexe, de vasoconstricţie a arterelor pulmonare) şi funcţionale (criza de astm).

6.8.2. Cordul pulmonar subacut

Este urmarea unor embolii repetate, uneori de natură tumorală. Radiologic, în măsura în care evoluţia permite

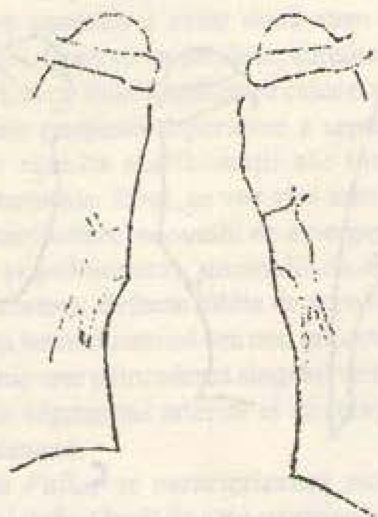


Fig.196. Cord pulmonar cronic.

o urmărire mai lungă, se poate observa constituirea unei configurații a cordului similară celei mitrale (lipsită, evident, de participarea unui atriu stîng mărit).

6.8.3. Cordul pulmonar cronic

Recunoaşte cauze multiple, care se pot grupa în două categorii: a. reducerea arborelui arterial pulmonar prin cauze extrinseci (emfizem, pahipleurite, tuberculoză întinsă, pneumonii cronice, bronşiectazii, fibroze de cauze diverse, cifo-scolioze, strume retrosternale etc.); b. îngustarea arterelor pulmonare prin cauze intrinseci (scleroza pulmonară primară, trombangeita obliterantă, stază însoţită de fenomene reflexe constrictive).

Imaginea radiologică a cordului va fi modificată prin alungirea şi lărgirea căii de ieşire a ventriculului drept, dilatația şi ascensiunea arterei pulmonare şi rotaţia lui către stînga. Se va realiza, în ansamblu, o configurație mitrală, prin umplerea golfului în porţiunea lui superioară (fig.196).

Proeminenţa arterei pulmonare, deci realizarea configuraţiei mitrale, depinde în mare măsură de poziţia diafragmului. In cazul în care aceasta este foarte joasă (în emfizemul grav), configurația nu se realizează. O situaţie similară creează asocierea unei hipertensiuni sistemice, în care mărirea de volum a ventriculului stîng impiedică apariţia configuraţiei mitrale.

In afara modificării siluetei cardiace, cordul pulmonar cronic este caracterizat şi prin semnele radiologice ale hipertensiunii în mica circulaţie (hiluri mari, uneori cu aspect "amputat"). In formele grave de emfizem pulmonar cu hipoxemie se poate produce şi o accentuare a fluxului arterial pulmonar (hiperemie), cu manifestările radiologice corespunzătoare.

6.9. Afecţiunile pericardului

6.9.1. Pericardita uscată

Nu se traduce radiologic decît, uneori, prin sechelele ei (îngroşări sau simfize ale foiţelor pericardice), care pot altera regularitatea contururilor cardiace.

6.9.2 Revărsatele lichidiene

Revărsatele lichidiene intrapericardice, de natură inflamatorie (pericarditele), circulatorie, renală sau tumorală, modifică imaginea radiologică a cordului în

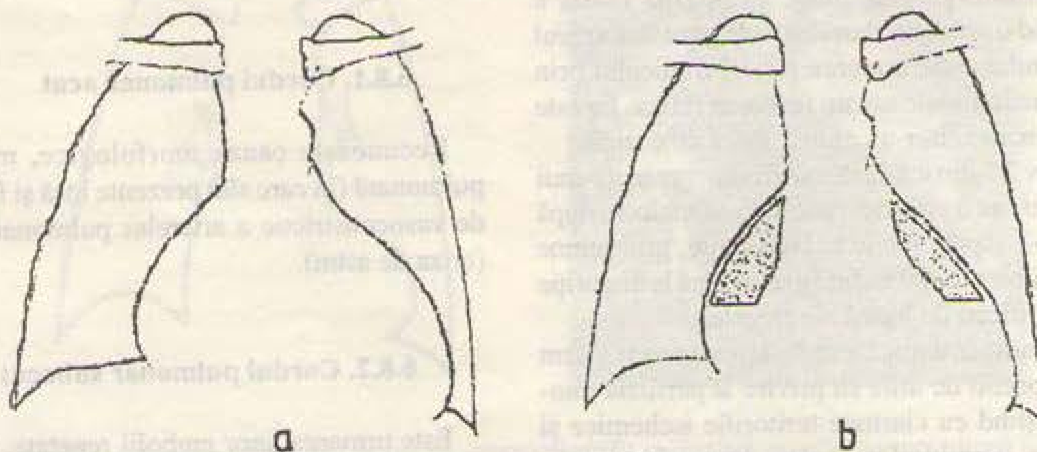


Fig.197. "Configuraţie pericarditică" produsă de un revărsat lichidian în cantitate mare (a). Hidropneumopericard (b).

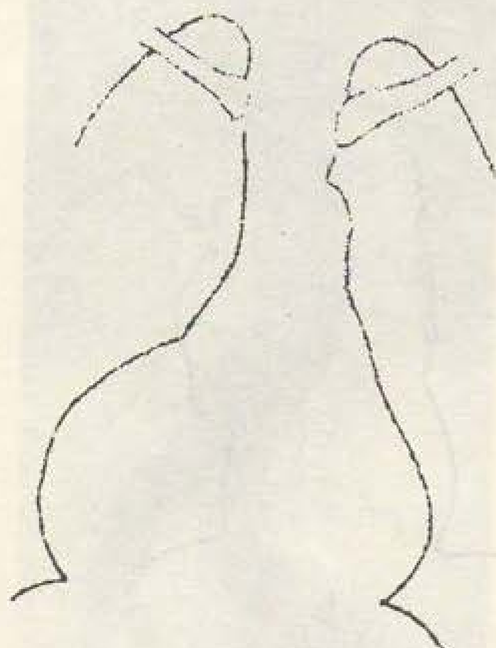


Fig.198. Pericardită închistată pe marginea dreaptă.

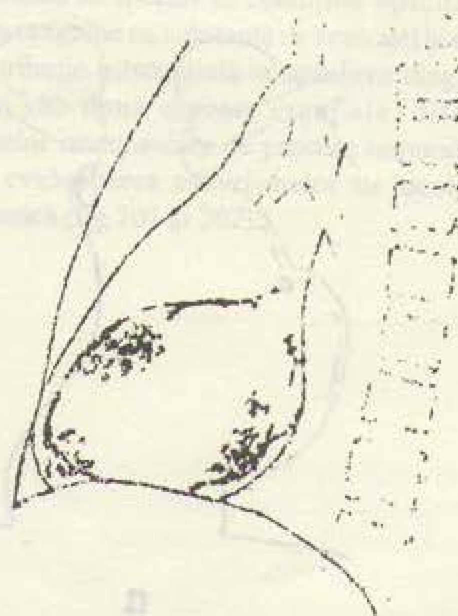


Fig.199. Calcificări pericardice ("cord blindat").

funcţie de cantitatea de lichid prezentă între cele două foiţe ale învelişului cardiac.

Revărsatele în cantitate redusă (sub 500 ml sînt dispuse de obicei în regiunea diafragmatică a cavităţii pericardice şi nu modifică imaginea radiologică a cordului. Revărsatele foarte abundente creează un aspect caracteristic, care ar putea fi etichetat "configuraţie pericarditică" (fig.197,a).

Pediculul vascular, nemodificat în regiunea lui superioară, pare scurtat, întrucît imediat sub butonul aortic este acoperit de o opacitate mediană considerabil mărită în toate direcţiile. Această opacitate masivă, produsă de prezenţa lichidului, este delimitată lateral de două contururi convexe largi, care descind spre diafragm fără a mai fi segmetate în arcurile obişnuite.

Pătrunderea de aer în cavitatea pericardică, de obicei în urma unei puncţii evacuatorii (mai rar prin fistule produse de leziuni pulmonare din vecinătate), realizează *pneumo-* sau *hidropneumopericardul*, cu aspect radiologic de asemenea caracteristic.

Acesta se manifestă prin apariţia a două imagini triunghiulare transparente, dispuse de o parte şi de alta a opacităţii mediane, delimitate intern de contururile cordului şi pediculului vascular iar extern de pericardul parietal, care apare ca o linie opacă fină.

In cazul hidropneumopericardului, triunghiurile transparente sînt delimitate în jos faţă de opacitatea lichidiană prin cîte o linie perfect orizontală sau în menisc (imagini hidroaerice) (fig.197,b).

După vindecarea clinică a unor revărsate inflamatorii, cantităţi reduse de lichid pot rămîne închistate în diferite regiuni ale cavităţii pericardice (pericardite închistate), producînd pe imaginea radiologică opacităţi circumscrise, ataşate de cord, de care nu pot fi desprinse în nici o incidenţă (fig.198).

Imagini perfect asemănătoare pot realiza şi *diverticulii* sau *chisturile* de pericard (vezi fig.142), care, aşa cum am văzut, sînt formaţiuni congenitale.

Sechelele pericarditelor, simfizele şi îngroşările foiţelor pericardice, se traduc radiologic prin neregularităţi ale contururilor cordului, mai frecvent sub formă de mici dinţături şi prin alterarea proceselor dinamice, evidenţiabilă pe întinderi diferite, în special pe kimografie.

O imagine radiologică foarte caracteristică o realizează calcificările pericardului, care se prezintă sub forma unor opacităţi intense, neregulate, dispuse pe aria de proiecţie a cordului, sugerînd, ca şi în cazul calcificărilor pleurale, o hartă geografică.

In incidenţa laterală, ele se proiectează în mare măsură ortograd, creînd aspectul unui lizereu calcar care marchează contururile cordului (fig.199).

Intr-o asemenea situaţie, cordul este în realitate cuprins într-o veritabilă carapace fibro-calcară (care impietează substanţial asupra proceselor lui dinamice), ceea ce justifica termenul de "cord blindat" prin care este desemnat uneori în literatură.

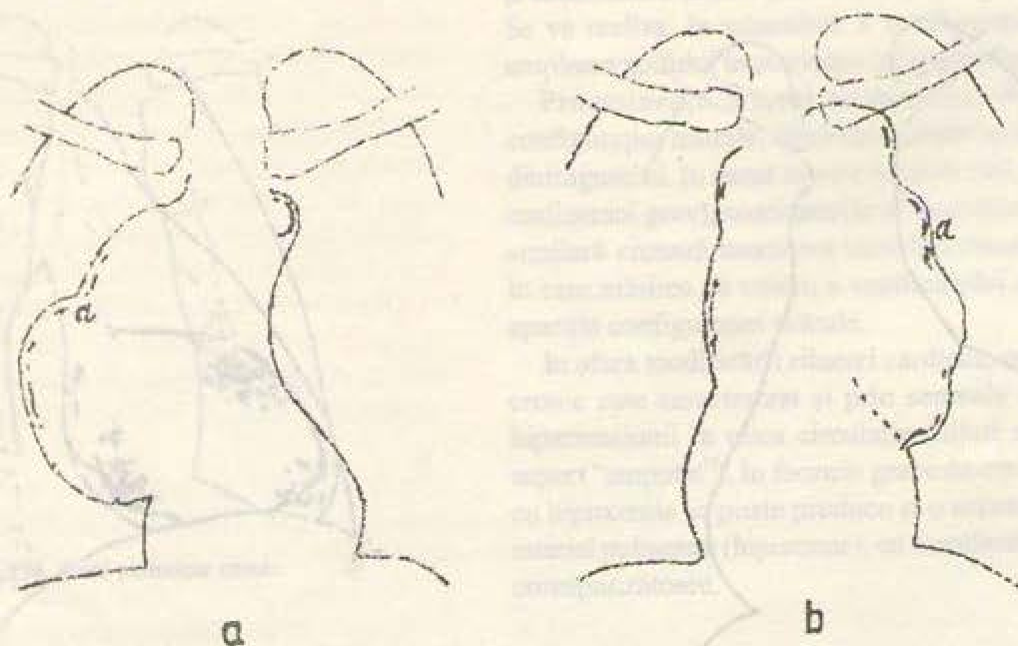


Fig.200. Anevrisme ale aortei ascendente (a), crosei şi descendentei (b). a: ateroame.

6.10. Afecţiunile aortei

6.10.1. Procesele patologice difuze

Procesele patologice difuze ale aortei, indiferent de natura lor, se traduc radiologic prin modificările elementare (alungirea şi lărgirea difuză, creşterea opacităţii vasului), prezente izolat sau în asociere. Aceste modificări au fost descrise în capitolul de semiologie (vezi p.139).

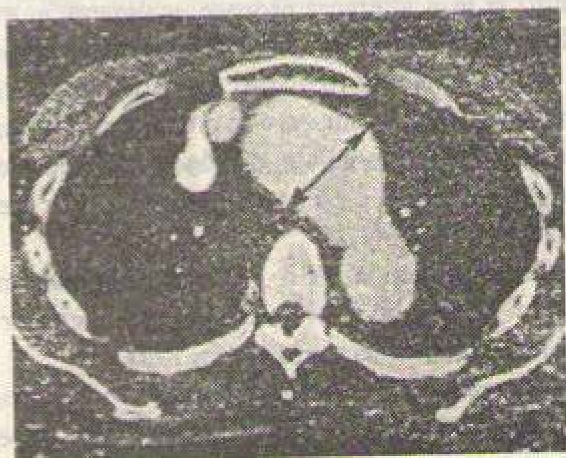


Fig.201. Secţiune CT la nivelul toracelui superior, evidenţiind un anevrism al crosei aortice (examen cu substanţă de contrast).

6.10.2. Dilataţiile circumscrise (anevrismele)

Sînt consecinţe ale unor alterări parietale deosebit de grave ale aortei, de etiologie luetică, aterosclerotică sau traumatică.

Singurele care sînt accesibile investigaţiei prin tehnici radiologice uzuale sînt anevrismele aortei toracice. Potrivit sediului şi dimensiunilor lor, acestea se manifestă sub formă de opacităţi intense, mai frecvent omogene, dispuse pe diferite regiuni ale conturului mediastinal, cu margini nete, convexe sau poliarcuate, uneori uşor neregulate (fig. 200). Prin aspectul lor, aceste anevrisme sugerează prezenţa unor procese tumorale mediastinale, care, de altfel, sînt mult mai frecvente.

Diagnosticul diferenţial faţă de asemenea procese este uşurat în oarecare măsură de faptul că anevrismul se situează pe traiectul aortei, de care nu se poate detaşa în nici o incidenţă, ca şi de faptul că la un examen atent poate fi evidenţiată starea patologică a întregii aorte, care prezintă de obicei o dilataţie şi alungire difuză şi, destul de frecvent, ateroame marginale (fig.200).

Examenul kimografic este rareori concludent, întrucît pereţii anevrismului, profund alteraţi, nu au mişcări pulsatile proprii. In multe cazuri, croşetele marginale sînt total inaparente, la fel ca în prezenţa unui proces tumoral.



Fig.202. Aortografie abdominală în cazul unui anevrism fuziform-cilindric al aortei termiale, cu progresie la nivelul arterelor iliace primitive.

Alte proceduri imagistice, aortografia, tomografia computerizată în special în condiţiile opacifierii masei circulante sanguine cu substanţă de contrast) şi echografia, au o contribuţie substanţială la stabilirea diagnosticului, cel puţin sub două aspecte esenţiale: diferenţierea anevrismelor intratoracice de procese tumorale mediastinale şi evidenţierea anevrismelor cu localizare subdiafragmatică (fig.201 şi 202).

Capitolul 7
DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ŞI IMAGISTIC AL AFECŢIUNILOR TUBULUI DIGESTIV

Examenul radiologic constituie una dintre cele mai valoroase metode de examen al tubului digestiv şi a devenit indispensabil pentru diagnosticul pozitiv şi orientarea tratamentului în afecţiunile acestuia. El poate evidenţia atît modificări funcţionale, cît şi morfologice, precizînd sediul şi natura leziunii şi permiţînd urmărirea evoluţiei în timp a procesului patologic. Destul de frecvent, acest examen descoperă anomalii fără manifestare clinică sau manifestări nesemnificative (malformaţii, tumori benigne etc.).

Indicaţiile examenului radiologic sînt reprezentate de orice suferinţă clinică sugestivă pentru o afecţiune a organelor tubului digestiv. In toate cazurile, indicaţia trebuie să fie bazată pe un diagnostic clinic prezumptiv, permiţînd radiologului să aleagă cea mai potrivită tehnică de examinare şi să evite manevre ce pot produce o iradiere inutilă.

Contraindicaţiile sînt destul de limitate: unele au un caracter absolut, în situaţii în care examenul poate deveni (datorită ingerării substanţei de contrast) un factor agravant al stării clinice serios alterate (abdomen acut, ocluzie intestinală, perforaţii ale organelor tubului digestiv, hemoragii digestive superioare, inflamaţii acute, stări febrile). Alte contraindicaţii sînt relative (perioada menstruală pentru femei, riscul carcinogenezei la copii şi tineri). La gravide, mai ales în primele 2-3 luni ale sarcinii, examenul radiologic este contraindicat în principiu; el poate fi implicat în apariţia unor vicii de dezvoltare psihosomatică a progeniturii.

7.1. Tehnici de examinare

Este deosebit de util ca investigarea radiologică a pacienţilor cu suferinţe digestive vag definite să înceapă cu o *radioscopie pulmonară*, care poate evidenţia procese patologice intratoracale cu răsunet asupra organelor tubului digestiv.

7.1.1. Radioscopia şi radiografia abdominală "pe gol" (fără substanţă de contrast)

Reprezintă primul moment al examenului tubului digestiv; ele pot decela un conţinut gazos neobişnuit al anselor intestinale (meteorism, aeroenterie) sau imagini hidroaerice (în ocluzia intestinală) (fig.203).

7.1. 2. Radioscopia cu suspensie baritată administrată peroral

Reprezintă tehnica fundamentală de explorare radiologică a tubului digestiv. Pentru a oferi întreaga gamă de informaţii cu caracter morfologic şi funcţional necesare



Fig.203. Radiografie "pe gol" a flancului stîng abdominal. Imagini hidroaerice produse de o stenoză jejunală.

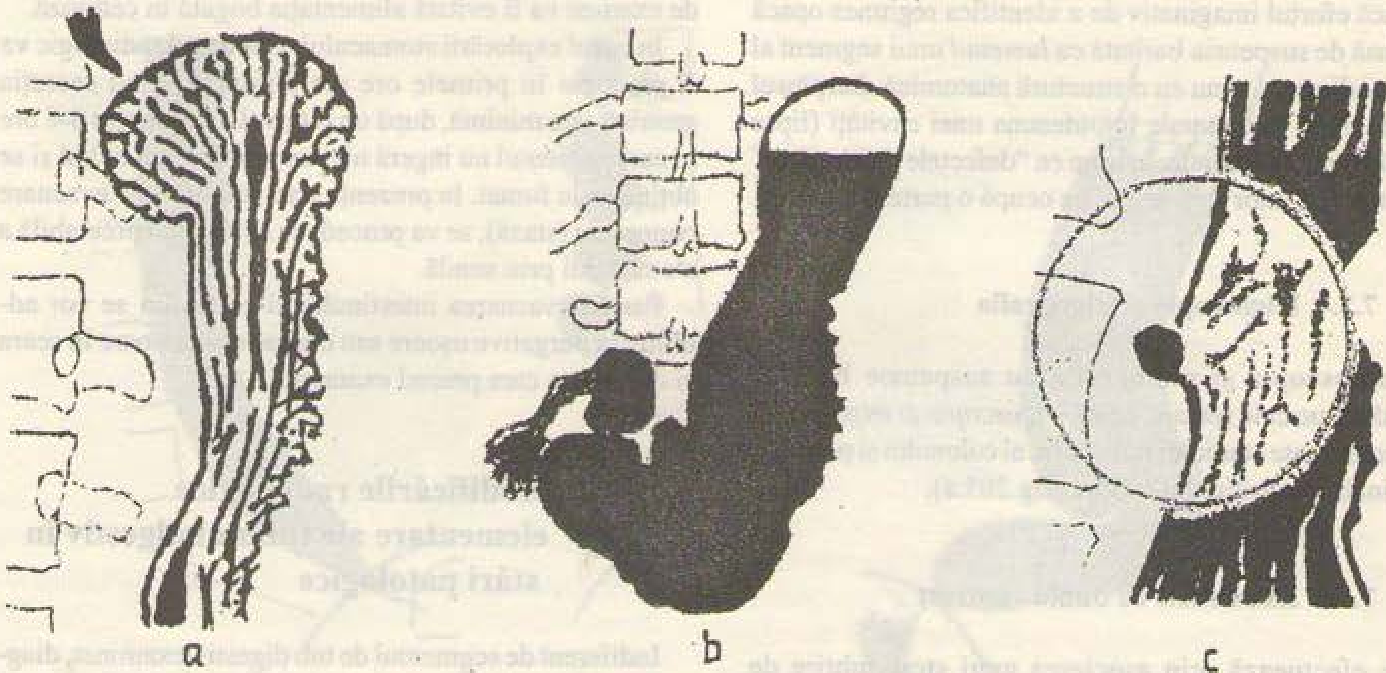


Fig.204. Tehnici de examinare a tubului digestiv cu suspensie baritată. a: examen "în strat subţire" al reliefului mucoasei gastrice; b: examen în repleţie al stomacului; c: examen cu compresie dozată al micii curburi şi corpului gastric (nişă a micii curburi).

unui diagnostic complet, ea trebuie să fie efectuată printr-o succesiune de manevre: *examenul în strat subţire* (cu o cantitate foarte redusă de bariu), pentru evidenţierea reliefului mucoasei; *examenul în semirepleţie*, cu compresie dozată, pentru evidenţierea leziunilor de dimensiuni mici; *examenul în repleţie completă*, pentru aprecierea dimensiunilor, formei, poziţiei şi contururilor segmentului examinat; *urmărirea tranzitului* substanţei de contrast.

7.1.3. Radiografiile

Fixează aspectele şi momentele cele mai semnificative relevate de examenul radioscopic; ele permit, de asemenea, evidenţierea unor leziuni minime şi constituie un element obiectiv de referinţă în urmărirea evoluţiei sub tratament a unui proces patologic.

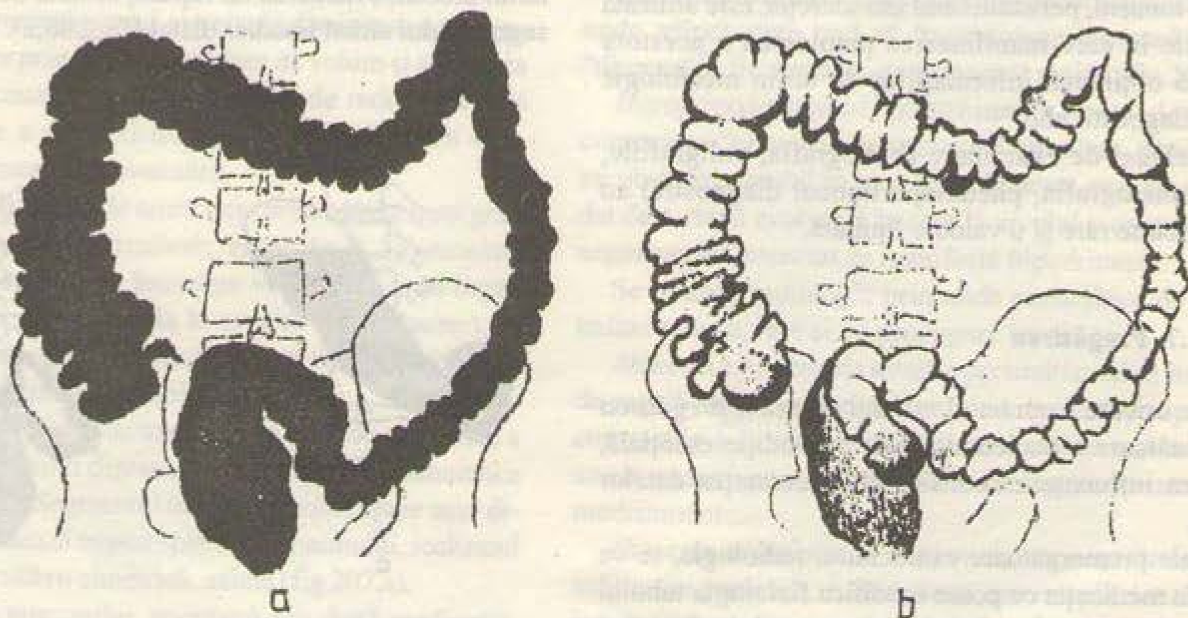


Fig.205. Imagini obţinute în irigoscopie (a) şi examenul cu dublu contrast al colonului (b).

Interpretarea imaginilor radioscopice şi radiografice implică efortul imaginativ de a identifica regiunea opacă produsă de suspensia baritată cu *lumenul* unui segment al tubului digestiv şi nu cu o structură anatomică. Surplusul de opacitate corespunde întotdeauna unei cavităţi (lipse de substanţă) anormale, în timp ce "defectele de umplere" se datorează unor formaţiuni ce ocupă o parte din lumen.

7.1.4. Irigoscopia şi irigografia

Radioscopia şi radiografia cu suspensie baritată introdusă pe cale rectală, adică *irigoscopia şi irigografia*, sînt consacrate studiului radiologic al colonului şi porţiunii terminale a intestinului subţire (fig.205,a).

7.1.5. Examenele cu dublu contrast

Se efectuează prin asocierea unui strat subţire de substanţă radioopacă, aderent la pereţii organului, cu o cantitate de gaz (obţinut prin ingerarea unei poţiuni efervescente, în cazul stomacului) sau de aer (insuflat în colon, fig.205,b). Tehnica permite un studiu de fineţe al pereţilor organului investigat (mai ales evaluarea continuităţii contururilor).

7.1.6. Investigaţia cu substanţe farmocodinamice

Investigaţia cu substanţe farmocodinamice, care modifică tonusul, peristaltismul sau secreţia, este utilizată în cazurile în care manifestarea patologică a acestora împiedică obţinerea informaţiilor de ordin morfologic necesar diagnosticului.

Alte tehnici de examinare (kimografia, poligrafiile, radiocinematografia, pneumoperitoneul diagnostic) au indicaţii foarte rare şi o valoare limitată.

7.1.7. Pregătirea

Pentru oricare examen al tubului digestiv, *pregătirea* corespunzătoare a pacientului este o condiţie esenţială, întrucît ea influenţează considerabil acurateţea datelor obţinute.

In zilele premergătoare examenului radiologic, se va renunţa la medicaţia ce poate modifica fiziologia tubului digestiv. Nu se vor ingera produşi ce conţin calciu, iod sau bismut, pentru a se elimina sursa unor imagini opace la nivelul stomacului sau intestinului. Cu 2-3 zile înainte de examen va fi evitată alimentaţia bogată în celuloză.

In cazul explorării stomacului, examenul radiologic va fi practicat în primele ore ale dimineţii, cînd secreţia gastrică este minimă, după un interval de cel puţin 6-8 ore în care pacientul nu ingeră nici un aliment sau lichid şi se abţine de la fumat. In prezenţa unei tulburări de evacuare cunoscute (stază), se va proceda la evacuarea prealabilă a stomacului prin sondă.

Pentru evacuarea intestinului şi colonului se vor administra purgative uşoare sau clisme evacuatoare în seara şi dimineaţa care preced examenul.

7. 2. Modificările radiologice elementare ale tubului digestiv în stări patologice

Indiferent de segmentul de tub digestiv examinat, diagnosticul radiologic este edificat pe observarea unor *modificări elementare*, de ordin *funcţional* şi *morfologic*, care au o traducere caracteristică în imaginea radiologică.

7.2.1. Modificările elementare funcţionale

Se pot manifesta prin alterarea *tonusului, peristaltismului, tranzitului* şi *secreţiei*.

7.2.1.1. *Modificările tonusului* pot avea cauze generale sau locale şi se evidenţiază radiologic cu relativă uşurinţă.

Hipertonia se manifestă prin îngustarea calibrului organului afectat, evacuarea lui rapidă, urmată de destinderea segmentului situat imediat distal (fig.206,a).

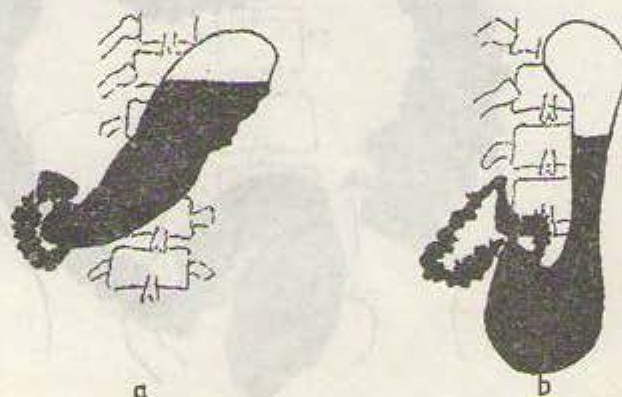


Fig. 206. Hipertonie (a) şi hipotonie (b) gastrice.

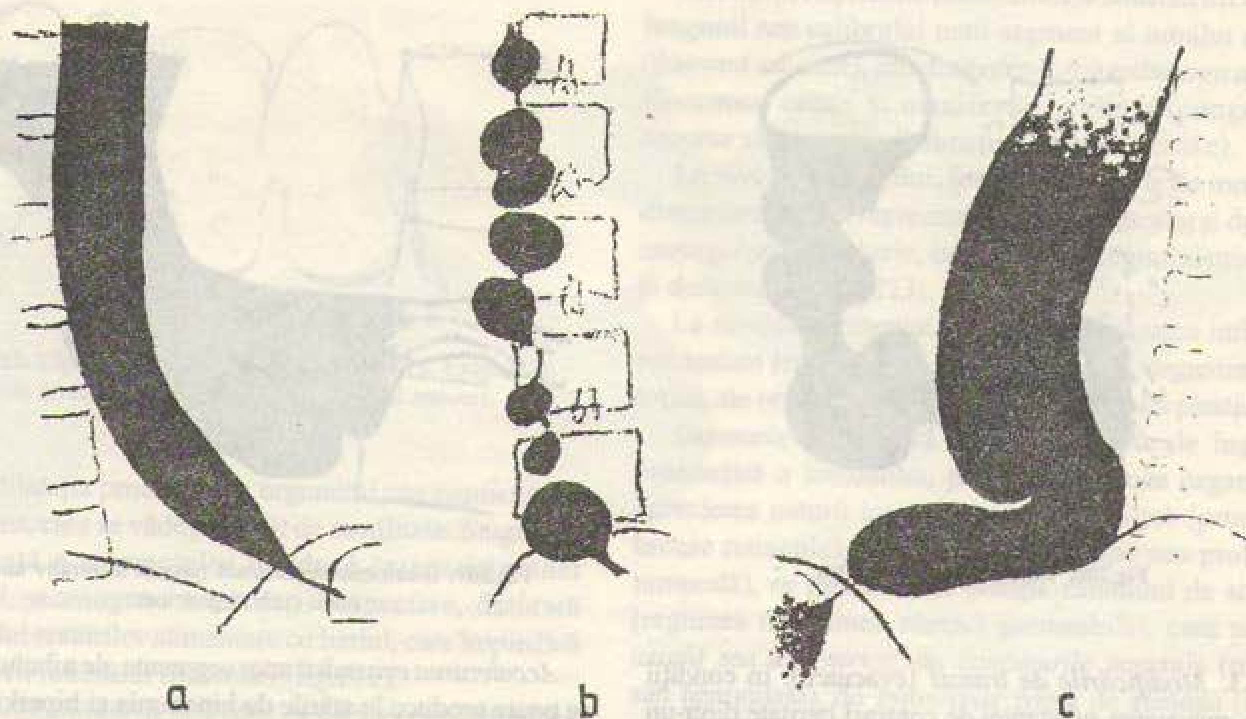


Fig.207. Spasm al cardiei (a); spasme multiple etajate ale esofagului ("diverticuli funcţionali") b: atonie esofagiană (megaesofag) (c).

Pliurile mucoasei apar de obicei mai înguste şi mai apropiate între ele; de asemenea, peristaltismul regional este accentuat.

Hipotonia conduce, dimpotrivă, la mărirea calibrului şi volumului organului sau segmentului interesat, ca şi la alungirea acestuia (fig.206,b), la care se asociază evacuarea întîrziată (datorată în mare măsură hipoperistaltismului însoţitor) şi aplatizarea pliurilor mucoasei.

Atonia reprezintă gradul extrem de diminuare a tonusului şi se traduce prin lărgirea, mărirea de volum şi alungirea organului în cauză (fig.207,c) însoţită de reducerea pînă la suspendare a peristaltismului şi de întîrzierea considerabilă a tranzitului evacuării.

Spasmul este starea de contracţie prelungită a unui grup de fibre musculare circulare; el poate fi *segmentar*, interesînd o porţiune de întindere variabilă a unui organ tubular, sau *local* (de regulă la nivelul unui sfincter). In timpul manifestării lui, spasmul suprimă total tranzitul spre regiunea sau segmentele subiacente.

Radiologic, spasmul se traduce prin lipsa de opacifiere a unei regiuni a tubului digestiv, care întrerupe continuitatea coloanei baritate. Segmentul situat în amonte apare uşor dilatat; el se îngustează treptat spre zona spasmului, realizand o reducere de calibru simetrică, axială (fig.207,a).

Suprimarea spasmului, spontană sau după medicaţie, restabileşte tranzitul şi aspectul morfologic normal al regiunii.

7.2.1.2. *Modificările peristaltismului* (diskinezia). Undele peristaltice apar radiologic sub forma unor depresiuni de contur care se propagă în sens distal; se caracterizează printr-o anumită *frecvenţă*, o anumită *viteză* de propagare şi o anumită *amplitudine* (adîncime). Toate aceste trăsături prezintă variaţii fiziologice în limite destul de largi.

Hiperperistaltismul (hiperkinezia) se caracterizează prin unde adînci, care tind să fragmenteze lumenul (aspect "disecant"), frecvente şi cu propagare rapidă (fig.208).

Hipoperistaltismul (hipokinezia) este de obicei consecinţa "obosirii" musculaturii circulare, produsă de un obstacol durabil în evacuare. In acest caz, este precedat de o etapă evolutivă în care la nivelul o organului sau segmentului interesat se manifestă hiperkinezia.

Se traduce radiologic prin unde peristaltice de amplitudine redusă, rare şi cu propagare lentă.

Akinezia este absenţa totală a peristaltismului; însoteşte de regulă stările de atonie, marcînd epuizarea capacităţii contractile a fibrelor circulare, produsă de o stenoză. In unele cazuri poate fi produsă de ingerarea anumitor medicamente.

Akinezia segmentară este mai frecvent consecinţa infiltraţiei parietale, inflamatorii sau neoplazice. Natura infiltrativă este pregnant sugerată de asimetria ei, respectiv de manifestarea pe un singur contur (perete) al organului interesat (fig.209).

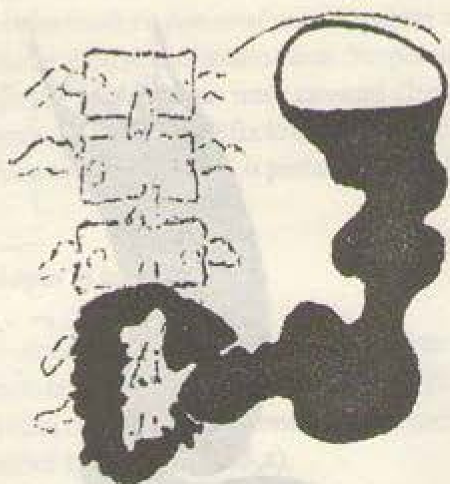


Fig.208. Hiperperistaltism gastric.

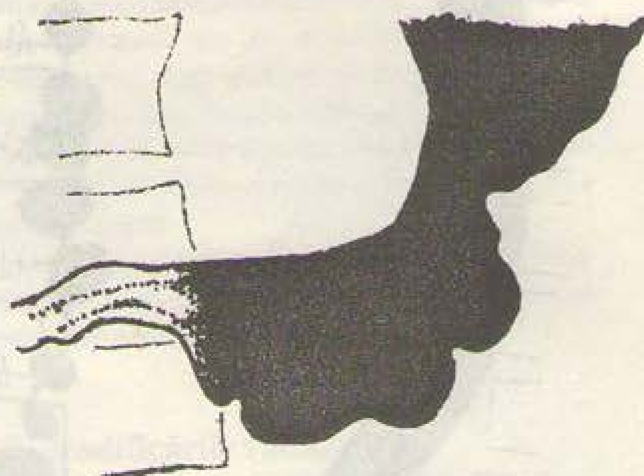


Fig.209. Diskinezie segmentară (proces infiltrativ tumoral al micii curburi gastrice).

7.2.1.3. *Modificările de tranzit* (evacuare). In condiţii normale, evacuarea substanţei de contrast baritate dintr-un segment al tubului digestiv este similară celei a bolului alimentar şi se produce la intervalele impuse de necesităţile procesului de digestie, într-un ritm corespunzător.

Tranzitul la nivelul esofagului se efectuează rapid, într-un interval de 5-7 secunde. Conţinutul gastric se evacuează, în condiţiile unei alimentaţii obişnuite, în 2,5-3 ore, iar tranzitul duodenal durează 60-90 de secunde.

Coloana baritată ajunge în 3-4 ore de la ingestie în regiunea ileo-cecală, în aproximativ 8 ore la flexura hepatică a colonului, în 12-18 ore în sigmoid. Parcurgerea întregului tub digestiv se realizează, la majoritatea subiecţilor normali, în 24 de ore.

Accelerarea evacuării unor segmente ale tubului digestiv se poate produce în stările de hipertonie şi hiperkinezie, în incontinenţele sfincteriene create de procese fibroase sau neoplazice infiltrative, ca şi în urma reflexelor patologice cu punct de plecare în leziuni de vecinătate (colecistite, anexite, apendicite). Radiologic, se evidenţiază aspecte de hipermotilitate şi insuficienţă sfincteriană, care produc golirea rapidă a segmentului interesat.

Aceasta poate fi compensată prin scăderea vitezei tranzitului în segmentele situate distal, astfel că, în ansamblu, parcurgerea întregului tub digestiv se realizează într-un interval normal.

Intîrzierea evacuării realizează, în gradul ei extrem, *staza*. Consecinţă obişnuită a stenozelor organice, staza

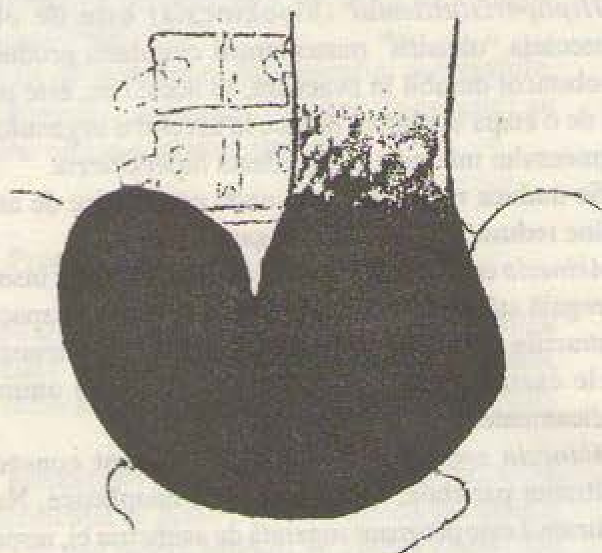


Fig.210. Stază gastrică (stenoză pilorică benignă).

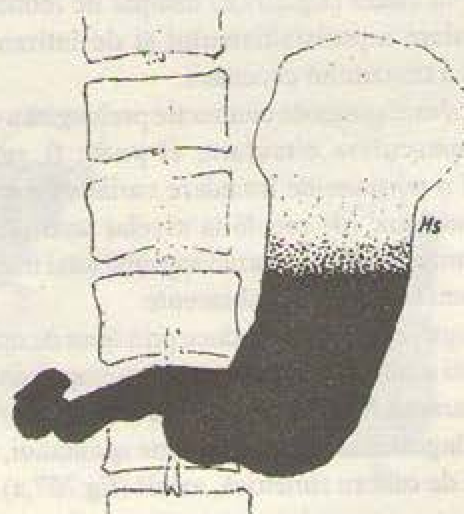


Fig.211. Hipersecreţie gastrică. Strat de lichid de hipersecreţie (Hs) între camera de aer şi suspensia baritată.



Fig.212. Hipersecreţie muco-fibrinoasă colonică. Examen cu dublu contrast al unui segment din colonul tranvers.

produce dilataţia pronunţată a organului sau segmentului suprajacent, care se vădeşte lipsit de motilitate. Stagnarea îndelungată a alimentelor conduce la apariţia unei opacifieri neomogene a cavităţii respective, datorată amestecului resturilor alimentare cu bariul, care împiedică vizualizarea reliefului mucoasei (fig.210).

7.2.1.4. *Modificările secreţiei. Hipersecreţia* se traduce la nivelul stomacului prin opacifierea mai slabă, neomogenă, a cavităţii acestuia, care face dificil sau imposibil examenul mucoasei. In repleţie, după un anumit interval, coţinutul gastric se stratifică, suspensia baritată ocupînd părţile declive iar lichidul de secreţie regiunea superioară, situată sub camera de aer (fig.211).

La nivelul intestinului, hipersecreţia creează o opacifiere neomogenă şi ştergerea reliefului. In colon, pe lîngă aceste aspecte, hiperproducţia de fibrină poate crea zone de aderenţă a bariului, care, în cursul examenului cu dublu contrast, apar sub forma unor pete opace neregulate (fig. 212).

7.2.2. Modificări elementare morfologice

7.2.2.1. *Modificări de poziţie. Ptoza* reprezintă deplasarea caudală permanentă a unui organ sau segment al tubului digestiv, datorată alungirii ligamentelor suspensoare.

Deplasările sînt modificări de poziţie produse în direcţii diferite, fie prin *împingerea* organelor sau segmentelor tubului digestiv prin procese expansive de vecinătate, fie prin *tracţiunea* lor, datorată proceselor fibroase retractile ce afectează organe înconjurătoare.

Torsiunile recunosc în general mecanisme complexe, în care intervin factori intrinseci (structurali şi dinamici) şi extrinseci (condiţii spaţiale neobişnuite). In afara modificării de formă a regiunii afectate, examenul reliefului evidenţiază aspecte bizare, create de intersecţia pe imagine a pliurilor cu direcţie modificată.

7.2.2.2. *Modificările dimensionale* constau în *creşterea* lungimii sau calibrului unui segment al tubului digestiv (frecvent asociate), sau dimpotrivă, din *reducerea* acestora. Recunosc cauze şi manifestări variate (congenitale, procese stenozante, disfuncţii neuro-vegetative).

La nivelul esofagului, formele obişnuite de modificări dimensionale sînt reprezentate de *brahiesofag* şi de *megaesofagul* prin achalazie, iar la nivelul colonului prin *mega-* şi *dolicocolon* (fig.213).

La nivelul stomacului, procesele neoplazice infiltrative pot realiza reduceri importante de volum, segmentare sau totale, ale organului (schirul gastric sau linita plastică).

Stenozele reprezintă regiuni limitate de îngustare pronunţată a lumenului, produse de cauze organice. In aprecierea naturii lor, care poate fi benignă (procese fibroase retractile) sau malignă (infiltraţie sau proliferare tumorală), se ţine cont de poziţia canalului de scurgere (regiunea din lumen rămasă permeabilă), care poate fi *axială* sau *excentrică*, de *contururile* acestuia (regulate sau neregulate), de *întinderea* zonei de stenoză (inelară sau extinsă pe o distanţă mare), de *uniformitatea* calibrului tubular, moniliform sau neregulat), ca şi de modificările vecinătăţii.

Stenozele *benigne* pot fi axiale (în leziunile postcaustice ale esofagului) sau excentrice (bilocularea ulceroasă a stomacului). Stenozele *maligne* sînt fie axiale (în tumorile infiltrative), fie excentrice (în tumorile vegetante) (fig.214,a).



Fig.213. Mega-dolicocolon de natură congenitală.

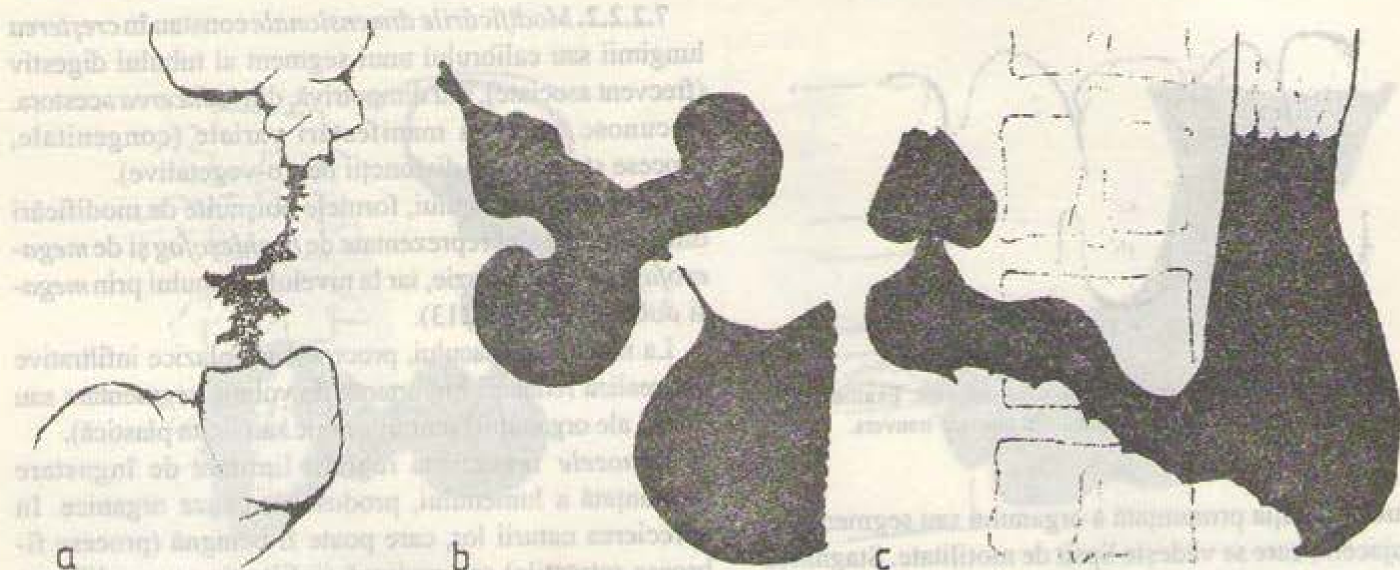


Fig.214. Modificări de calibru, formă şi contur. a: stenoză malignă a colonului descendent (proces tumoral infiltro-ulcero-vegetant) b: deformare "în treflă" a bulbului duodenal (ulcer duodenal cronic); c: modificarea conturului marii curburi a stomacului (cancer antral).

7.2.2.3. *Modificările de formă* interesează organele voluminoase ale tubului digestiv (stomac, duoden, cec, rect) şi realizează, prin retracţia sau expansiunea limitată a pereţilor aspecte variate ca biloculares gastrică, deformarea polilobată a bulbului (fig.214,b).

7.2.2.4. *Modificările contururilor.* Contururile organelor tubulare sau cavitare sînt create, pe imaginile obţinute cu suspensia baritată, de dispoziţia stratului intern, adică a mucoasei pereţilor acestor organe. Ele trebuie să fie evaluate numai în starea de repleţie a segmentului respectiv sau prin crearea unui dublu contrast.

In aceste condiţii, contururile apar nete, regulate şi continue, cu excepţia unor regiuni în care pliuri groase de mucoasă marginală se proiectează ortograd, realizînd sinuozităţi sau dinţături (marea curbură gastrică).

Amprentele sînt denivelări limitate (depresiuni) ale contururilor produse de organe sau procese patologice din vecinătate, care apasă pereţii unui segment relativ fix al tubului digestiv, fără a putea produce deplasarea acestuia (fig.215,a). Compresia extrinsecă nu întrerupe conturul; pliurile mucoasei sînt deviate în regiunea respectivă, dar nu prezintă întreruperi.

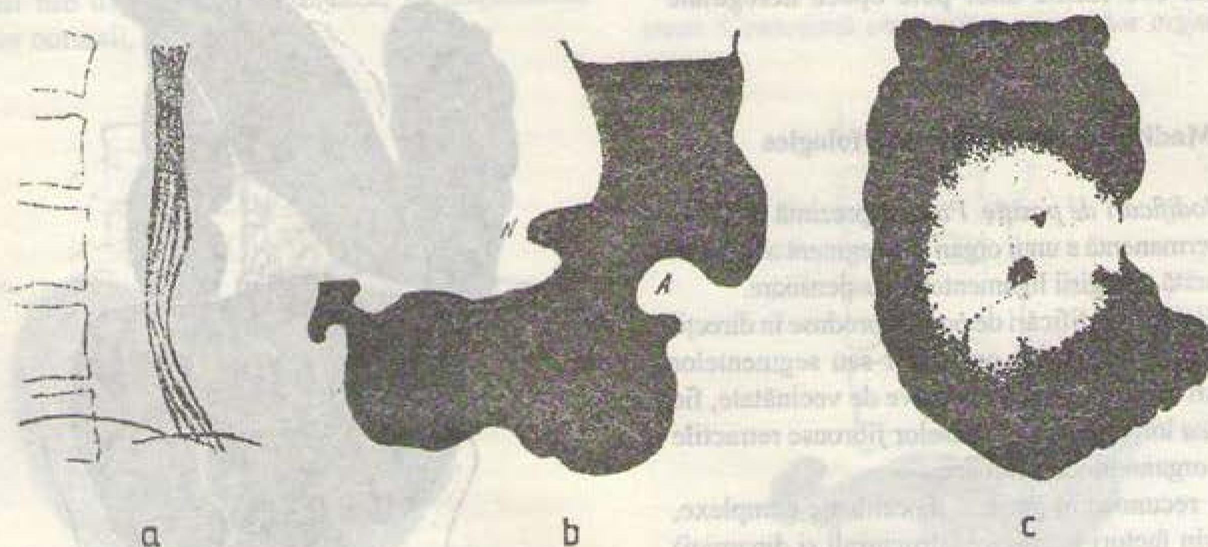


Fig.215. Modificări ale contururilor. a: amprentă pe conturul anterior al esofaoului, produsă de un atriu stîng mărit; b: ancoşă (A) pe marea curbură a stomacului, în dreptul nişei situate pe mica curbura (N); c: întreruperea conturului intern al colonului ascendent, prin dezvoltarea unei tumori maligne vegetante.

Neregularitățile contururilor sînt urmarea unor alterări parietale grave, de natură intrinsecă (procese fibroase retractile, procese tumorale) (fig.214,c) sau extrinsecă (periviscerite).

Denivelările cu retragerea circumscrisă, pe mici porțiuni, a contururilor sînt uneori adînci și pot avea o formă rotunjită (ancoșele, fig.215,b) sau ascuțită (incizurile); ele produc deformarea permanentă a segmentului tubular afectat.

Intreruperea contururilor este consecința proceselor tumorale vegetante, dezvoltate pe unul din pereții organului cavitar sau tubular (fig.215,c).

In unele situații, mai ales la nivelul colonului, întreruperea conturului nu poate fi evidențiată decît prin examenul cu dublu contrast și se traduce prin dispariția pe o anumită porțiune a "lizereului de siguranță".

Rigiditatea unui contur se traduce prin apariția unui segment liniar, extins pe o distanță variabilă, care nu-și schimbă aspectul în nici un moment al examenului, poate modifica forma organului (mai ales prin îngustarea lumenului) și este lipsit de motilitate (fig.209); este produsă de procese infiltrative de natură inflamatorie sau neoplazică.

Rigiditatea *benignă* este întîlnită mai ales pe mica curbură a stomacului și este consecința ulcerului gastric. Rigiditatea *malignă* produce frecvent scurtarea liniei de contur, dispariția unei angulații normale (fig.209) iar porțiunea rigidă este retrasă spre lumenul organului ("încastrată"), pe care, în acest mod, îl îngustează.

7.2.2.5. *Modificările de mobilitate. Diminuarea* sau *dispariția* mobilității unor segmente ale tubului digestiv, care în condiții normale pot fi deplasate cu ușurință în timpul manevrelor efectuate de examinator, este consecința fixării lor de vecinătate prin procese aderențiale extrinseci (periviscerite) sau tumorale, intrinseci sau extrinseci.

Mobilitatea anormală a unor segmente care în mod obișnuit sînt fixe traduce prezența de anomalii în dezvoltarea sistemului de fixație; se întîlnesc mai frecvent la nivelul duodenului ("duodenul mobil") și se însoțesc de modificarea dispoziției acestuia.

7.2.2.6. *Imaginile adiționale* (prin surplus de umplere) se datorează unor cavități create de diferite procese patologice, care comunică cu lumenul organului tubular și se opacifiază o dată cu acesta.

Ulcerațiile superficiale ale mucoasei se traduc prin mici neregularități de contur, de obicei de formă triunghiulară.

Nișa este expresia unei pierderi de substanță apărută în peretele unui organ sau într-o masă proliferativă dezvoltată în lumenul acestuia.

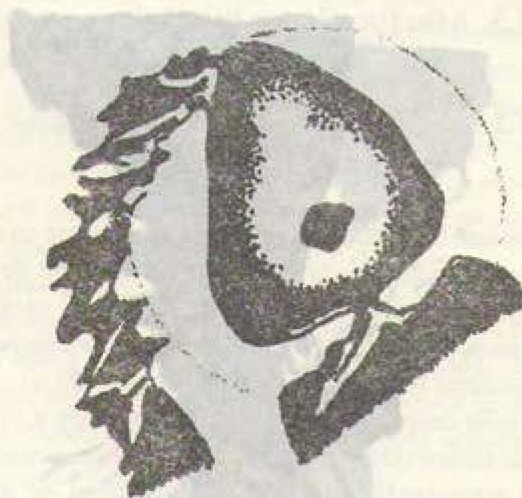


Fig.216. Nișă de față (ulcer duodenal florid).

Proiectată de față, nișa se prezintă ca o pată intens opacă, datorată surplusului de bariu pe care îl reține, de formă rotundă sau neregulată și de dimensiuni variabile (fig.216). In proiecția de profil, aspectului radiologic al nișei depinde substanțial de natura benignă sau malignă a procesului patologic care o determină.

Nișa *benignă* se caracterizează, în proiecție marginală, prin forma relativ regulată, baza mică de implantare la lumen și mai ales *proeminența* din conturul organului cavitar sau tubular pe peretele căruia se dezvoltă (fig.217,a); prezintă deseori la bază o zonă transparentă în bandă, produsă de edemul inflamator local.

Același edem produce pe imaginea de față o imagine lacunară, care înconjoară pata opacă a nișei, reliefînd-o și mai evident (fig.216).

Nișa *malignă* are mai frecvent o formă neregulată, o bază largă de implantare și se dezvoltă pe o porțiune a conturului *retrasă* din conturul general al organului spre lumen ("nișă încastrată")(fig.217,b). Atunci cînd se formează prin necroza și ulcerarea unei formațiuni vegetante, nișa malignă este mai frecvent înconjurată de o imagine lacunară nergulată, vizibilă atît în proiecție marginală, cît și de față (nișa "în lacună").

Imaginile diverticulare pot fi create de diverticuli veritabili, de relaxări circumscrise ale pereților organelor tubulare sau de "pungi" parietale, create de procese aderențiale.

Diverticulii adevărați recunosc în principiu două varietăți morfologice: de pulsiune, care creează opacități adiționale de formă rotundă sau ovalară, legate de lumen printr-un pedicul de obicei îngust, și de tracțiune, care au o formă triunghiulară, ușor neregulată și o bază largă de implantare (fig.218).

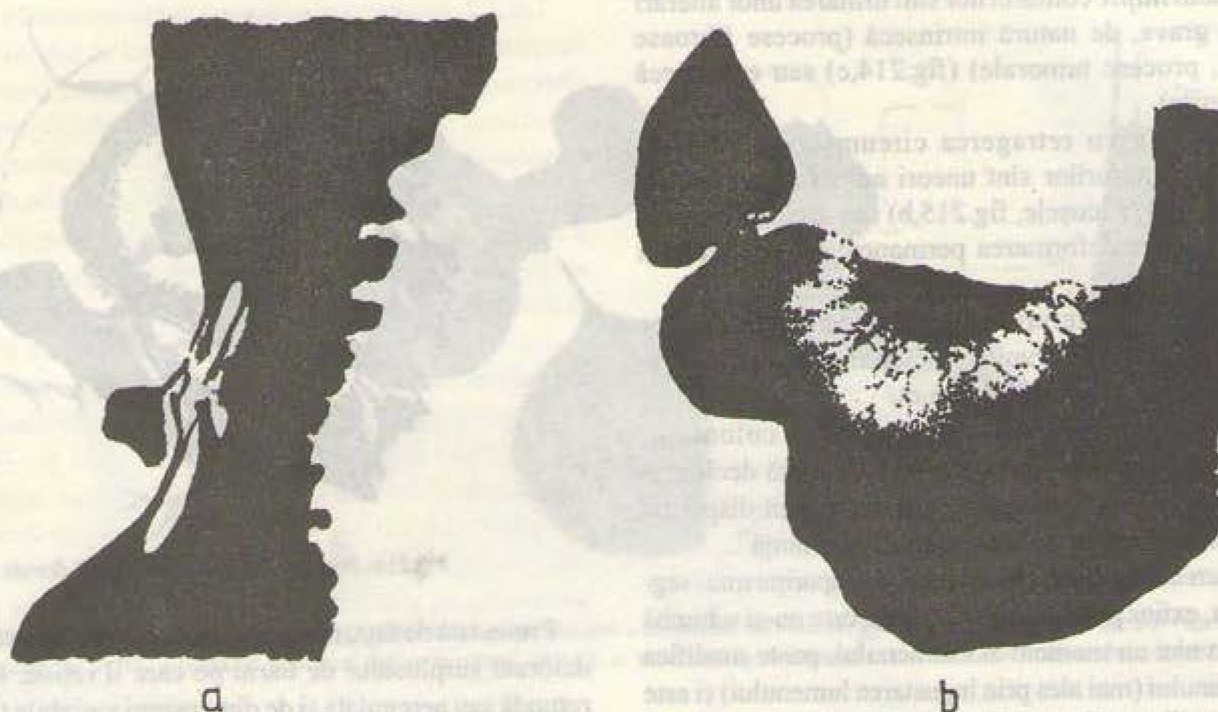


Fig.217. Nişa benignă (ulcer gastric pe mica curbură) (a); nişa malignă (cancer ulcero-vegetant al antrului) (b).

Celelalte imagini diverticulare îmbracă aspecte variate, putînd simula prezenţa de diverticuli adevăraţi sau de nişe.

7.2.2.7. *Defectele de umplere* (imaginile lacunare) traduc prezenţa de procese expansive de natură inflamatorie sau tumorală, dezvoltate în lumenul unui organ al tubului digestiv, care ocupă o parte a acestuia. Imagini lacunare false pot fi create de resturi alimentare sau acumulări de reziduuri nedigerabile ("bezoare"), ca şi de corpi străini radiotransparenţi; ele se caracterizează printr-o mare mobilitate şi prin variabilitatea sediului.



Fig.218. Diverticuli esofageni de pulsiune (P) şi de tracţiune (T).

Lacunele produse de *edemul inflamator* (fig.216) sînt tranzitorii: ele dispar în urma tratamentului.

Lacunele create de *tumorile benigne* au o formă rotundă sau ovalară mai mult sau mai puţin regulată şi contururi nete, deviază pliurile mucoasei înconjurătoare fără a le întrerupe (fig.219,a); supleţea şi peristaltismul pereţilor nu sînt afectate. Imaginile lacunare pot manifesta mobilitate (dacă tumora este pediculată; uneori; ele sînt multiple (în cazul polipozelor). In cursul urmăririi, imaginile se vădesc staţionare sau cresc foarte lent dimensional.

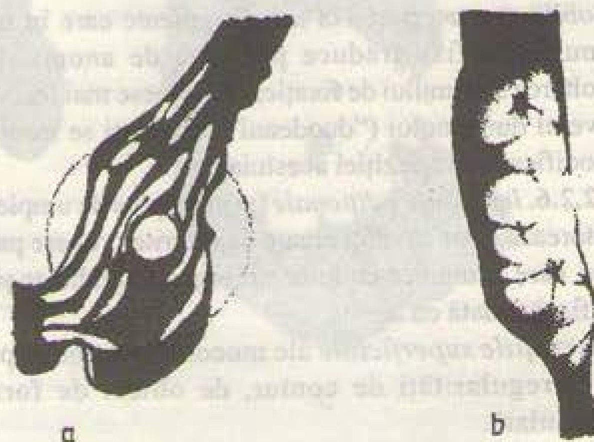


Fig. 219. Imagini lacunare. a: lacună benignă (polip gastric) b: lacuna malignă (cancer vegetant al esofagului distal).





Fig.220. Modificări ale reliefului mucoasei. a: pliuri hipertrofice la nivelul porţiunii verticale a stomacului (gastrită însoţitoare a unui ulcer al micii curburi); b: convergenţă de pliuri ale stomacului spre o nişă în curs de cicatrizare.

Lacunele *maligne* au, în funcţie de proiecţie, o dispoziţie centrală sau marginală în raport cu lumenul organului afectat. Dimensiunile sînt variabile iar creşterea dimensională rapidă; conturunle apar de regulă şterse, neregulate, frecvent continuate spre opacitatea lumenului prin zone de intensitate intermediară ("semitonuri") (fig.219,b). Relieful mucoasei este întrerupt în vecinătatea lacunei iar peristaltismul parietal suprimat în segmentul corespunzător al organului.

Produse de prezenţa unor formaţiuni tumorale vegetante, lacunele maligne sînt de regulă imagini transparente neomgene; pe aria lor de proiecţie pot fi evidenţiate nişe de dimensiuni variabile şi formă neregulată, ca şi opacităţi liniare cu dispoziţie anarhică (produse de insinuarea bariului printre vilozităţile tumorii), care realizează în ansamblu aşa-numitul *relief malign* (fig.215,c; 217,b; 219,b).

7.2.2.8. *Modificările reliefului mucoasei* pot afecta dimensiunile, orientarea, regularitatea sau continuitatea pliurilor.

Pliurile hipertrofice sînt produse de edem, infiltraţia inflamatorie sau cea neoplazică. Lărgimea benzilor transparente care le corespund este uneori considerabil crescută, realizînd veritabile imagini lacunare de grosime neuniformă (fig.220,a); ele îşi pierd în acelaşi timp paralelismul şi supleţea în timpul compresiei. In anumite forme cronice avansate, relieful obişnuit poate fi înlocuit prin multiple imagini lacunare, rotunde sau ovalare, cu aspect pseudopolipos.

Pliurile atrofice se caracterizează printr-o lărgime mult redusă, uneori pînă la dispariţia parţială din imagine; sînt urmarea proceselor inflamatorii vechi sau unor afecţiuni cu caracter general.

Convergenţa pliurilor este apanajul ulcerelor vechi, soldate cu procese cicatriciale extinse larg asupra vecinătaţii. Pliurile sînt dispuse radiar în jurul nişei sau fostului sediu al acesteia (fig. 220 b).

Aspectul neregulat al pliurilor se poate manifesta prin lipsa de uniformitate a lărgimii lor şi prin alterarea dispoziţiei normale; este observat în procesele inflamatorii cronice, care produc fibroza submucoasei.

Intreruperea pliurilor pe porţiuni limitate poate fi consecinţa unor alterări grave ale mucoasei şi submucoasei, produse mai ales de substanţe corozive (esofagita postcaustică). In cazul proceselor tumorale maligne, pliurile se întrerup la o anumită distanţă de imaginea lacunară sau de zona de infiltraţie parietală.

Dispariţia totală a reliefului pe suprafeţe întinse ale unui organ cavitar sau tubular este apanajul proceselor inflamatorii grave, urmate de infiltraţii parietale profunde (cazul colitelor cronice) sau al tumorilor schiroase.

7.3. Afecţiunile esofagului

7.3.1. Imaginea radiologică a esofagului normal.

Examinat în stare de repleţie, esofagul apare ca o bandă opacă, uşor sinuoasă, prezentînd unele regiuni de calibru redus: joncţiunea faringo-esofagiană ("gura" esofagului), amprenta produsă de crosa aortei, îngustarea supracardială, corespunzător hiatusului diafragmatic (fig.221,a).

Poziţiile cele mai adecvate de examinare a organului sînt cele oblice (OAD şi OAS), în care el se proiectează în spaţiul retro-cardiac, fără a mai fi acoperit de imaginea opacă a mediastinului. Relieful mucoasei esofagiene, relevat de examenul în strat subţire, este reprezentat de 2-4 pliuri longitudinale, regulate, paralele şi net conturate (fig.22l,b).

Lărgimea, modul de opacifiere şi mai ales tranzitul esofagului depind în mare măsura de *tonusul* organului, care, în condiţii normale, asigură adaptarea calibrului la conţinut. *Hipotonia* se caracterizează printr-un calibru larg, ocupat incomplet de substanţa de contrast, şi o evacuare lentă. *Hipertonia* crează, dimpotrivă, un lumen îngust şi un tranzit accelerat.

Peristaltismul esofagian se traduce prin contracţii care, apărute în porţiunea proximală a organului, se deplasează progresiv în direcţie caudală sub formă de denivelări simetrice ale contururilor (fig.221,c), pînă la nivelul diafragmului.

Porţiunea supradiafragmatică prezintă frecvent, la sfîrşitul unui "tren" peristaltic, o dilataţie uşoară, etichetată curent ca *ampula epifrenică* (fig.22l,c); aceasta se goleşte, după o scurtă stagnare a conţinutului, printr-o contracţie de tip sistolic.

In afara undelor peristaltice principale, care asigură propulsarea cranio-caudală a conţinutului, pereţii esofagieni mai pot prezenta *contracţii secundare*, vizibile în treimea medie a organului, care au un sens de deplasare atît caudal cît şi cranial, şi *contracţii* (unde) *terţiare*, sub formă de mici denivelări superficiale ale contururilor, în număr variabil şi cu dispoziţie dezordonată (fig.221,c). Semnificaţia acestor manifestări ale cineticii esofagiene este discutată; în mod cert, ele se observă mai frecvent în stările patologice care creează dificultaţi în evacuarea organului.

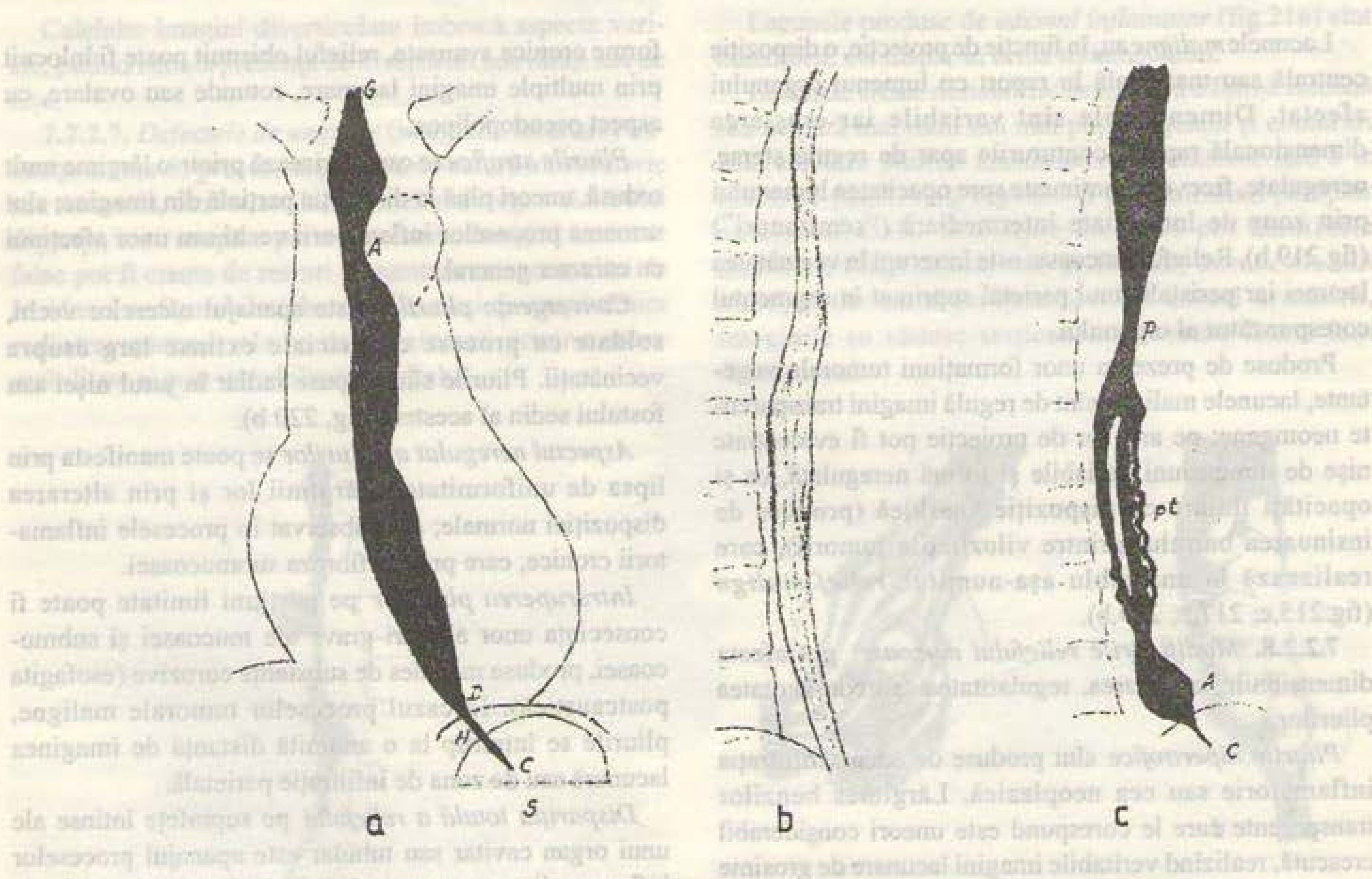


Fig.22l. Aspecte radiologice ale esofagului normal. a: esofag de faţă în repleţie. G: gura esofagului; A: amprenta ("strîmtoarea") aortică; D: strîmtoarea diafragmatică; H: unghiul Hiss; C: cardia; S: stomac. b: relief esofagian normal. c: aspecte ale cineticii esofagiene. P: unda peristaltică principală; pt: pteristaltism terţiar; A: ampula epifrenică.

Porţiunea abdominală, subdiafragmatică, a esofagului se implantează în stomac la nivelul *cardiei*, formînd cu mica curbură gastrică un unghi ascuţit, unghiul lui Hiss (fig.221,a).

7.3.2. Modificările de poziţie şi de direcţie ale esofagului

Devierile traiectului normal al esofagului se produc cu relativă uşurinţă şi îmbracă aspecte variate; ele pot fi produse de modificările spaţiale ale cutiei toracice, ca şi de împingerea sau tracţiunea exercitată de formaţiunile patologice din vecinătate.

Cifozele şi *cifo-scoliozele* coloanei vertebrale toracale produc în unele cazuri modificări ale poziţiei normale şi cuduri ale esofagului.

Mărirea de volum a cordului, globală sau parţială, deplasează esofagul de obicei posterior sau spre dreapta; asemenea situaţii pot fi întîlnite în insuficienţa cardiacă globală, leziuni valvulare asociate, miopatii grave şi revărsate pericardice în cantitate mare.

Vecinătatea nemijlocită a esofagului cu peretele posterior al *atriului stîng* creează premisele uneia dintre devierile circumscrise, care capătă semnificaţie în diagnosticul leziunilor mitrale.

Aşa cum am mai arătat, orice mărire de volum a atriului produce o amprentă pe conturul anterior al esofagului sau deplasarea lui în sens posterior; aceste modificări sînt bine vizibile în incidenţele oblice (OAD, OAS) sau de profil (fig.180; 215,a).

Revărsatele pleurale abundente împing esofagul, împreună cu celelalte organe mediastinale, spre hemitoracele opus în timp ce *atelectazia* şi *procesele fibroase pleuro-pulmonare* realizează tracţiuni pe întinderi variabile.

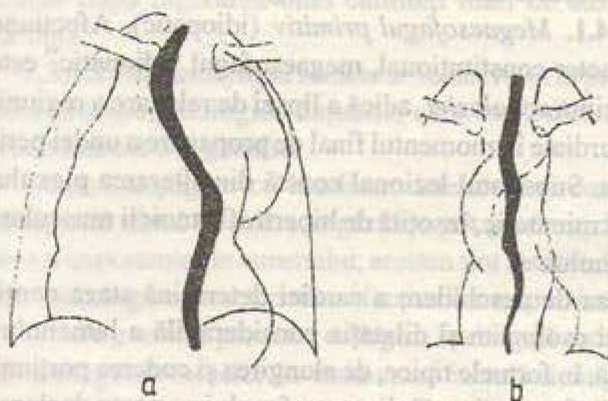


Fig.222. Modificarea traiectului esofagian în procese patologice ale aortei. a: deviere produsă de un anevrism al crosei; b: deviere consecutivă alungirii şi lărgirii difuze a aortei.

Procesele tumorale benigne, adenopatiile inflamatorii şi mai ales tumorale ale mediastinului (limfoamele), ca şi unele *formaţiuni pseudotumorale* (anevrismele aortei), produc amprente sau devieri circumscrise prin împingere (fig.222,a). Asemenea devieri se pot datora şi *vaselor cu emergenţă anormală* din crosa aortei, ca şi anomaliilor de dezvoltare a crosei (aorta pe dreapta, crosa aortică dublă).

Una dintre cele mai constante cauze ale modificării traiectului esofagian este starea patologică a aortei, de care esofagul aderă intim. *Alungirea* aortei toracice, însoţită de *cudurile* acesteia, este întotdeauna asociată cu devieri corespunzătoare ale esofagului, ce reproduc sinuozităţile vasului (fig.222,b).

Lărgirea calibrului crosei determină lărgirea corespunzatoare a "patului esofagian" al aortei, pe imaginea de faţă, la nivelul butonului aortic; ea poate fi evaluată prin măsurarea după tehnica Kreuzfuchs (fig.170,b).

7.3.3. Diverticulii esofagieni

Sînt expansiuni circumscrise ale pereţilor organului, în a căror structură intră toate straturile anatomice (în cazul diverticulilor congenitali) sau numai mucoasa, herniată într-o zonă de rezistenţă redusă peretelui muscular (diverticulii dobîndiţi).

Din punct de vedere patogenic, diverticulii esofagieni se împart în diverticuli *de pulsiune*, formaţi într-o regiune de relaxare a musculaturii şi de prolabare a mucoasei printre fibrele musculare sub acţiunea presiunii interne, şi diverticuli *de tracţiune*, datoraţi unor procese sclero-retractile de vecinătate, care antrenează peretele esofagian.

Radiologic, diverticulii congenitali şi diverticulii de pulsiune creează imagini foarte asemănătoare, diferenţierea nefiind posibilă decît după criteriul localizării.

7.3.3.1. *Diverticulii de pulsiune* produc opacităţi adiţionale rotunde sau ovalare, de formă regulată, cu contururi nete şi dimensiuni variabile. Baza de implantare la lumenul esofagului poate fi îngustă, sub formă de pedicul, sau largă. Pliurile de mucoasă pătrund în diverticul, prezentînd caractere comune ale reliefului esofagian.

Diverticulii pediculaţi pot prezenta o stratificare a conţinutului, datorată prezenţei simultane a bariului şi aerului, realizînd imagini hidroaerice; ei se evacuează mai greu, persistînd uneori în imagine după evacuarea esofagului.

Forma cea mai caracteristică din punct de vedere radiologic, care creează şi o simptomatologie clinică

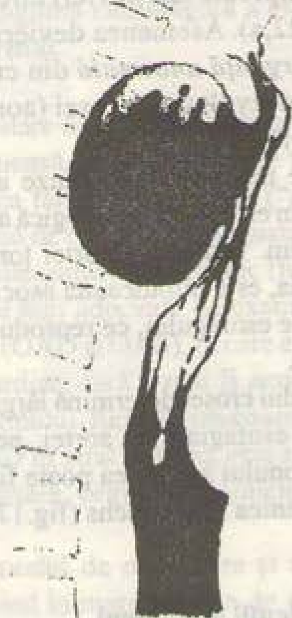


Fig.223. Diverticul faringo-esofagian (Zenker).

pregnantă (marea majoritate a diverticulilor esofagieni sunt asimptomatici) este reprezentată de diverticulul faringo-esofagian (diverticulul Zenker).

Situat pe peretele posterior al faringelui, în vecinătatea gurii esofagului, diverticulul Zenker are o origine congenitală. El se dezvoltă treptat în mărime, căpătînd uneori dimensiuni gigante. In acest caz, în timpul examenului se observă că substanţa de contrast trece din faringe direct în diverticul şi pătrunde în lumenul esofagian numai după umplerea completă a acestuia. In dreptul diverticulului, esofagul apare îngustat şi deviat anterior (fig.223), ceea ce explică simptomul clinic caracteristic, *disfagia*. Golirea diverticulului se face cu dificultate; el cuprinde deseori resturi alimentare, care alterează omogenitatea opacifierii.

Cu excepţia diverticulului faringo-esofagian, sediul obişnuit al diverticulilor de pulsiune este reprezentat de treimea medie şi cea inferioară a esofagului (fig.218).

Imagini fals diverticulare pot produce spasmele etajate ale esofagului (fig.207,b), în care expansiunile lumenului sînt simetrice pe cele două contururi, multiple, separate prin porţiuni îngustate de lumen, ca şi contracţiile terţiare (fig.221,c).

7.3.3.2. *Diverticulii de tracţiune* realizează opacităţi adiţionale de formă mai frecvent triunghiulară, cu baza pe lumenul esofagian, cu contururi neregulate (fig.218).



Fig.224. Megaesofag idiopatic.

In vecinătatea lor pot fi observate leziuni fibroase ale parenchimului pulmonar, ganglionilor sau pleurei mediastinale.

In formarea şi dezvoltarea unor diverticuli, mecanismele pulsiunii şi tracţiunii se pot intrica, rezultînd aşa-numiţii *diverticuli micşti*.

7.3.4. Megaesofagul

Reprezintă dilataţia globală a organului, asociată în formele foarte dezvoltate cu alungirea şi cudura lui.

7.3.4.1. *Megaesofagul primitiv* (idiopatic). Afecţiune cu caracter constituţional, megaesofagul "idiopatic" este consecinţa *achalaziei*, adică a lipsei de relaxare a regiunii juxtacardiale în momentul final de propagare a undei peristaltice. Substratul lezional constă din alterarea plexului nervos mienteric, însoţită de hipertrofia tunicii musculare a organului.

Lipsa de deschidere a cardiei determină staza conţinutului esofagian şi dilataţia considerabilă a lumenului, însoţită, în formele tipice, de alungirea şi cudarea porţiunii supradiafragmatice. Golirea esofagului se poate declanşa numai după ce presiunea conţinutului său creează o forţă suficient de mare pentru a învinge rezistenţa orificiului cardiei.

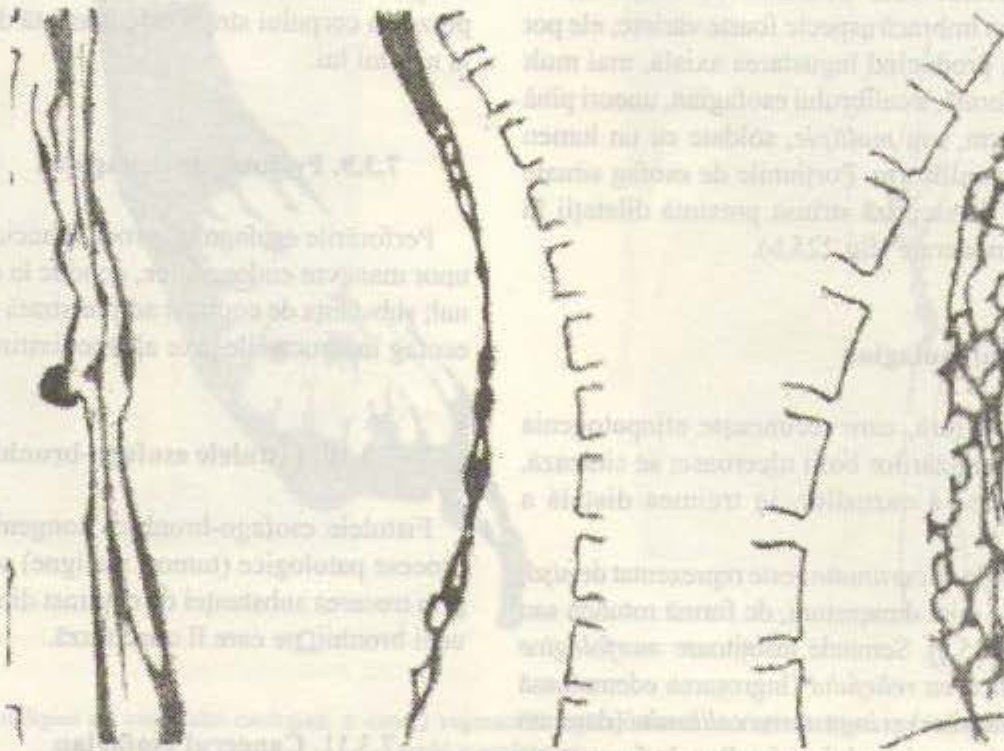


Fig.225. Ulcer al peretelui posterior al esofagului, cu esofagită însoțitoare (a); esofagită postcaustică (b); varice esofagiene (c).

Radiologic, esofagul mult dilatat poate apare, atunci cînd este plin cu alimente, pe imaginea de față a toracelui, sub forma unei opacități în bandă, care dublează conturul drept al mediastinului.

După ingerarea bariului, lumenul esofagian apare mult dilatat, opacifiat neomogen, datorită prezenței resturilor alimentare, alungit, cu porțiunea distală dispusă orizontal pe diafragm (fig.224). Contururile arcului sînt nete, undele peristaltice puțin adînci. Porțiunea subdiafragmatică apare îngustată axial iar tranzitul eso-gastric se stabilește numai după ingerarea unei cantități mari de suspensie baritată.

7.3.4.2. *Megaesofagul secundar* se dezvoltă în prezența unor procese patologice durabile, care împiedică evacuarea normală a organului.

Ulcerul esofagian cu localizare inferioară și *cancerele* esofagului distal și cele eso-gastrice pot produce dilatații uneori importante ale lumenului; acestea sînt însoțite de semnele radiologice caracteristice afecțiunilor respective.

Cardiospasmul produce o lărgire fuziformă a calibrului esofagului toracic; în momentul instalării, regiunea supracardială apare progresiv îngustată, pînă la suprimarea lumenului, iar tranzitul este total suprimat (fig.207,a). Evoluția intermitentă, ca și răspunsul la spasmolitice, sînt elemente care permit diagnosticul.

7.3.5. Esofagitele

Esofagitele recunosc cauze de factură variată (produși corozivi, agenți infecțioși și alergici). Un număr important de esofagite însoțesc refluxul gastro-esofagian, herniile hiatale, ulcerul duodenal sau se instalează după intervenții operatorii care alterează funcția cardiei.

7.3.5.1. *Esofagitele acute* constituie contraindicații pentru examenul radiologic.

7.3.5.2. *Esofagitele cronice* se traduc prin semne *funcționale* (diminuarea peristalticii și întîrzierea tranzitului, hiper- sau hipotonie, spasme) și *morfologice*; acestea din urmă constau din modificarea *contururilor*, care prezintă neregularități (dințături), produse de eroziuni superficiale ale mucoasei, *calibrului* (de obicei redus) și *reliefului* mucoacei (fig.225 a și b). Pliurile își pierd paralelismul, devin neregulate, întrerupte pe anumite porțiuni sau îngroșate (datorită edemului), pînă la formarea de imagini lacunare.

7.3.5.3. *Esofagita corozivă* (postcaustică). Intr-un stadiu incipient, esofagul care a suferit acțiunea factorilor corozivi (sodă caustică, acizi concentrați) prezintă mai ales tulburări funcționale (diskinezie cu tulburarea tranzitului); semnele morfologice exprimă în special edemul pronunțat al mucoasei.

Stadiul cicatricial este dominat de constituirea *stenozelor*. Acestea îmbracă aspecte foarte variate; ele pot fi *unice*, tubulare, producînd îngustarea axială, mai mult sau mai puţin uniformă, a calibrului esofagian, uneori pînă la un traiect filiform, sau *multiple*, soldate cu un lumen redus neregulat, moniliform. Porţiunile de esofag situate deasupra zonelor de stenoză strînsă prezintă dilataţii în pîlnie, de obicei moderate (fig.225,b).

7.3.6. Ulcerul esofagian

Este o afecţiune rară, care recunoaşte etiopatogenia comună tuturor localizărilor bolii ulceroase; se situează, în marea majoritate a cazurilor, în treimea distală a esofagului.

Semnul radiologic de *certitudine* este reprezentat de *nişă*, în mod obişnuit de mici dimensiuni, de formă rotundă sau triunghiulară (fig.225,a). Semnele însoţitoare *morfologice* constau din *modificarea reliefului* (îngroşarea edematoasă sau convergenţa pliurilor) şi *îngustarea calibrului* (datorată spasmului regional sau edemului parietal); cele *funcţionale* din *diskinezie* (care interezează uneori şi faringele, îngreunînd deglutiţia) şi *spasme*, manifestate mai frecvent în dreptul nişei, pe peretele opus localizării acesteia.

7.3.7. Varicele esofagiene

Dilataţiile varicoase ale plexurilor venoase situate în submucoasa esofagiană sînt de regulă consecinţa hipertensiunii portale; ele se produc frecvent în cirozele hepatice, trombozele şi compresiile venei porte, cardiopatiile cu stază portală etc. Localizarea obişnuită este la nivelul treimii distale a esofagului, dar în unele cazuri pot fi evidenţiate pe întregul traiect al organului, şi la nivelul fornixului gastric.

Radiologic, apar neregularităţi ale contururilor pereţilor, însoţite de imagini transparente sinuoase sau neregulat rotunde, lacunare, dispuse în interiorul lumenului, care dezorganizează total relieful esofagian (fig.225,c).

7.3.8. Corpii străini intraesofagieni

Corpii străini intraesofagieni, proveniti din alimente (oase, sîmburi mari) sau înghiţiţi accidental (cuie, monede, proteze dentare), se fixează de obicei la nivelul strîmtorilor fiziologice, mai ales în treimea superioară a organului. Ei sînt uşor de evidenţiat dacă sînt radioopaci; cei radiotransparenţi produc în timpul examenului baritat imagini lacunare sau întrerup coloana opacă. Deseori, prezenţa corpului străin este marcată de un spasm apărut la nivelul lui.

7.3.9. Perforările esofagului

Perforările esofagului, produse accidental sau în cursul unor manevre endoscopice, conduc la emfizem mediastinal; substanţa de contrast administrată poate pătrunde din esofag în structurile laxe ale mediastinului.

7.3.10. Fistulele esofago-bronhice congenitale

Fistulele esofago-bronhice congenitale sau create de procese patologice (tumori maligne) se traduc radiologic prin trecerea substanţei de contrast din esofag în lumenul unei bronhii, pe care îl opacifiază.

7.3.11. Cancerul esofagian

Tumorile maligne ale esofagului sînt relativ frecvente şi afectează mai ales bărbaţii între 45-60 de ani. Sediul de elecţie este reprezentat de treimea distală şi de îngustările fiziologice.

Forma histopatologică comună este epiteliomul spinocelular, care produce trei tipuri fundamentale de leziuni macroscopice: *vegetante, infiltrante* şi *ulcerative*.

Cancerul vegetant se manifestă radiologic prin *defecte de umplere* (lacune), unice sau, mai rar, multiple, de dimensiuni variate şi formă neregulată, cu contururi imprecise, proiectate în lumenul esofagian (fig.226,a); acestea sînt deseori continuate la periferie prin imagini de "semiton".

In proiecţie marginală, formaţiunea vegetantă produce o îngustare excentrică a lumenului, care evoluează spre stenoză. La extremităţile imaginii lacunare se pot pune în evidenţă pinteni opaci, care reprezintă zone de insinuare a bariului între peretele esofagian şi baza tumorii ("pinteni maligni"). In incidenţă frontală, imaginea lacunară apare neomogenă; ea prezintă un relief malign şi zone opace neregulate, care traduc *ulceraţiile* masei proliferative. Pliurile mucoasei sînt întrerupte în vecinatatea lacunei.

Cancerul infiltrant produce în fazele incipiente *rigiditatea segmentară* a pereţilor, caracterizată prin dispariţia peristaltismului şi lipsa de destindere a organului la trecerea substanţei de contrast; pliurile mucoasei pot deveni, în regiunea respectivă, neregulate, îngroşate sau, dimpotrivă, şterse.

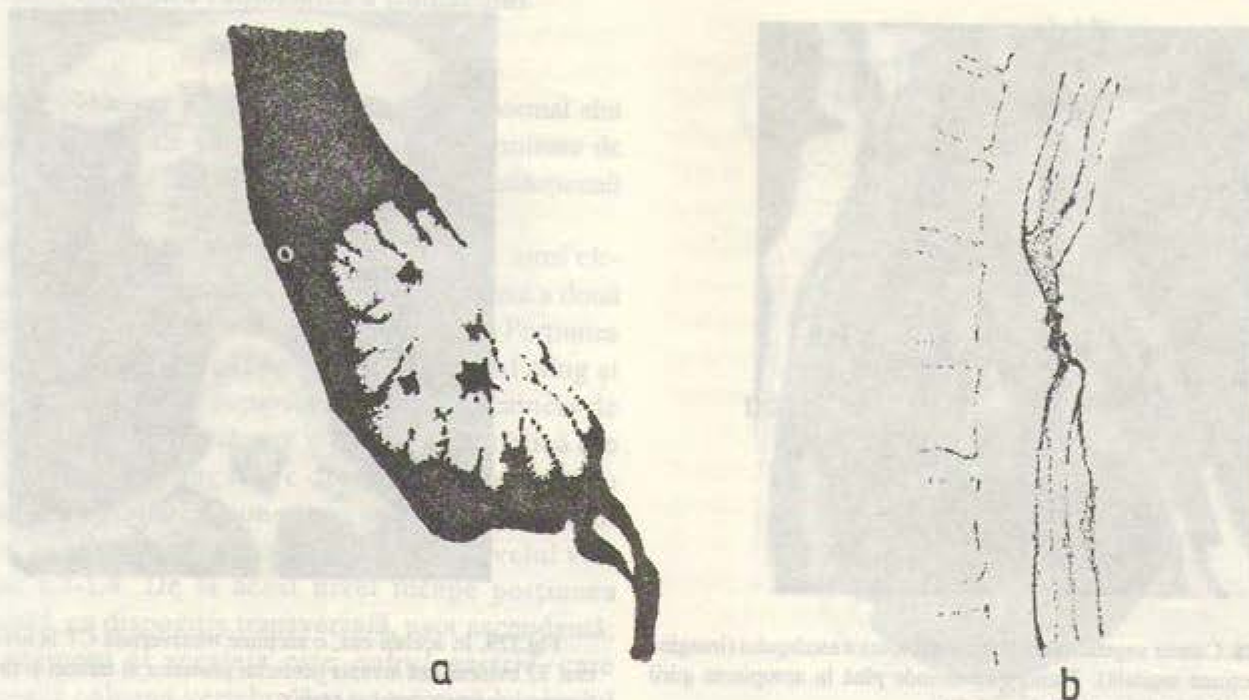


Fig.226. Aspecte radiolgice ale cancerului esofagian. a: cancer vegetant al regiunii distale esofagiene. b: cancer infiltrant stenozant al treimii medii a esofagului.

In fazele avansate, infiltraţia tumorală în manşon produce o stenoză progresivă axială a lumenului, de întindere variabilă, care se însoţeşte de o dilataţie moderată suprajacentă (fig.226,b). Apariţia *ulceraţiilor* conferă contururilor regiunii stenozate un aspect neregulat, dinţat.

In condiţii favorabile de proiecţie, se poate evidenţia în jurul regiunii stenozate o opacitate de intensitate slabă, care traduce dezvoltarea periesofagiană a tumorii.

Celelalte metode imagistice (CT, IRM şi echografia) pot aduce un aport substanţial la completarea diagnosticului cancerului esofagian, prin furnizarea de detalii de mare interes în evaluarea extinderii reale şi alegerea conduitei terapeutice.

Informaţiile cele mai valoroase se referă în mod deosebit la precizarea gradului de invazie a pereţilor şi vecinătăţii imediate în formele incipiente (fig.227), evidenţierea rapoartelor cu regiunile de importanţă particulară pentru fiziologia organului, cum sînt gura esofagiană (fig.228) sau cardia, descoperirea de adenopatii satelite mediastinale de mici dimensiuni sau invazia unor organe vecine (aorta, bronhiile).

Trebuie subliniat faptul că tratamentul actual al cancerului esofagian, în care sînt angajate metodele terapeutice majore (chirurgia, radio- şi chimioterapia), presupune o veritabilă strategie, care este aproape în întregime fundamentată pe datele informative ale imagisticii, de factura celor enunţate mai înainte.

7.4. Afecţiunile stomacului

7.4.1. Tehnica examenului radiologic

Explorarea radiologică a stomacului implică numeroase manevre tehnice şi incidenţe, care îşi propun reprezentarea cît mai completă a *formei, dimensiunilor* şi *poziţiei* organului, a *reliefului* mucoasei, a *feţelor* şi *curburilor*, ca şi studiul *tonusului, peristalticii* şi *evacuării*.



Fig.227. Imagine endoechografică a unui cancer parietal al esofagului. Săgeţile indică o zonă hipoecogenă neregulată, ce traduce invazia pereţilor esofagieni şi ai structurilor vecine.

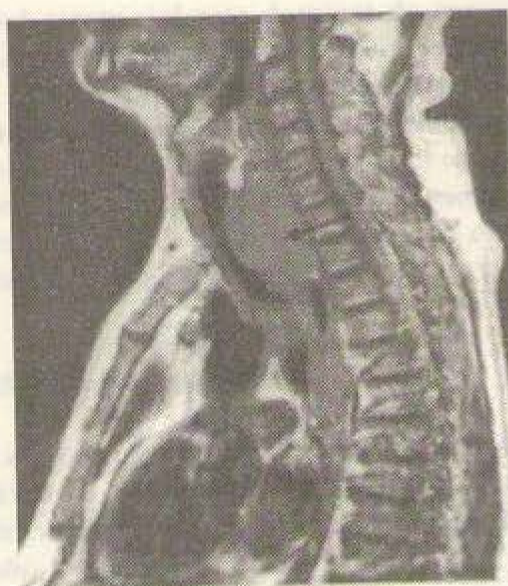


Fig.228. Cancer vegetant al regiunii superioare a esofagului (imagine RM în secţiune sagitală). Tumora se extinde pînă în apropierea gurii esofagiene (la nivelul vertebrelor C5-C6).

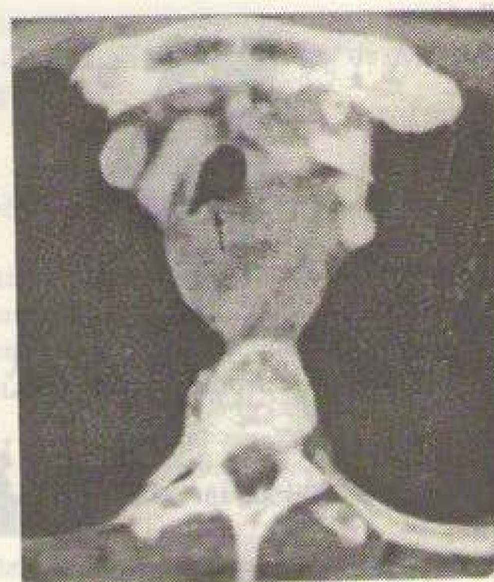


Fig.229. In acelaşi caz, o secţiune transversală CT la nivelul vertebrei T2 evidenţiază invazia peretelui posterior al traheei şi proemină în lumenul acesteia (vezi săgeata).

După un examen pe gol al abdomenului – a cărui importanţă am reliefat-o într-unul din capitolele precedente – administrarea unei cantităţi reduse de suspensie baritată permite reprezentarea *reliefului* mucoasei (examenul "în strat subţire"); *forma* stomacului va fi apreciată în repleţie completă, în timp ce *compresia dozată* oferă indicaţii asupra integrităţii şi supleţei curburilor. In afara poziţiei de ortostatism, sînt necesare examinarea în decubit dorsal (pentru umplerea polului superior al stomacului) şi cea în decubit ventral (procubit), în vederea studiului regiunii antrale (fig.232).

Feţele stomacului, suprapuse în incidenţa frontală, pot fi individualizate în incidenţa de profil.

Aprecierea *tonusului* este posibilă prin urmărirea *modului de umplere* a organului, adică destinderea pereţilor în raport cu cantitatea de bariu ingerată, şi a *formei* pe care o capătă în repleţia completă. *Cinetica* gastrică este relevată de *ritmul* şi *amplitudinea* undelor peristaltice, în timp ce observarea modului de trecere a substanţei de contrast prin cardie şi pilor permite evaluarea desfăşurării *tranzitului*.

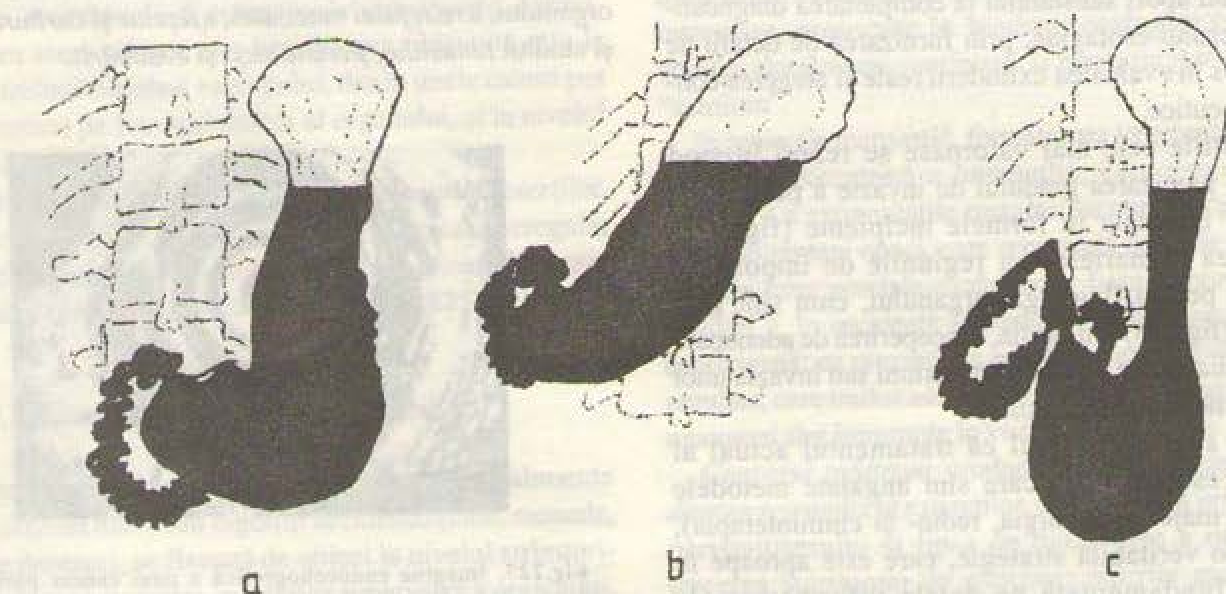


Fig.230. Variante de formă ale stomacului normal. a. stomac normoton; b. stomac hiperton; c. stomac hipoton.

7.4.2. Imaginea radiologică a stomacului normal.

7.4.2.1. *Forma şi dimensiunile* stomacului normal sînt supuse unor notabile variaţii individuale, determinate de tonusul organului şi de influenţa unor factori constituţionali (fig.230).

Stomacul *normoton* (fig.230,a) are forma unui cîrlig sau a literei J şi permite individualizarea netă a două porţiuni (vezi şi fig.231): *verticală* şi *orizontală*. Porţiunea *verticală* este situată în hipocondrul şi flancul stîng şi este formată din *polul superior* (fornixul cu camera de aer) şi din *corpul* gastric; are o poziţie uşor oblică (de sus în jos şi de la stînga spre dreapta) sau paralelă cu coloana vertebrală. Regiunea cea mai declivă, *sinusul gastric*, se află în dreptul crestei iliace, la nivelul vertebrelor L3-L4. De la acest nivel începe porţiunea *orizontală*, cu dispoziţie transversală, uşor ascendentă; ultim segment al acesteia este *antrul* gastric, care traversează coloana vertebrală şi se termină la nivelul *pilorului*, situat în dreapta coloanei, la nivelul vertebrelor L1-L2.

Stomacul *hiperton* sau în formă de corn are o poziţie înaltă şi un traiect pronunţat oblic (fig.230,b); porţiunea verticală se continuă cu cea orizontală fără a mai prezenta delimitarea produsă de unghiul gastric. Partea cea mai declivă a stomacului corespunde antrului (uneori pilorului).

Stomacul *hipoton* este mult alungit în sens vertical, îngust, cu polul inferior situat sub creasta iliacă, uneori la nivelul bazinului (fig.157,c). Regiunea antrală are un exprimat traiect ascendent.

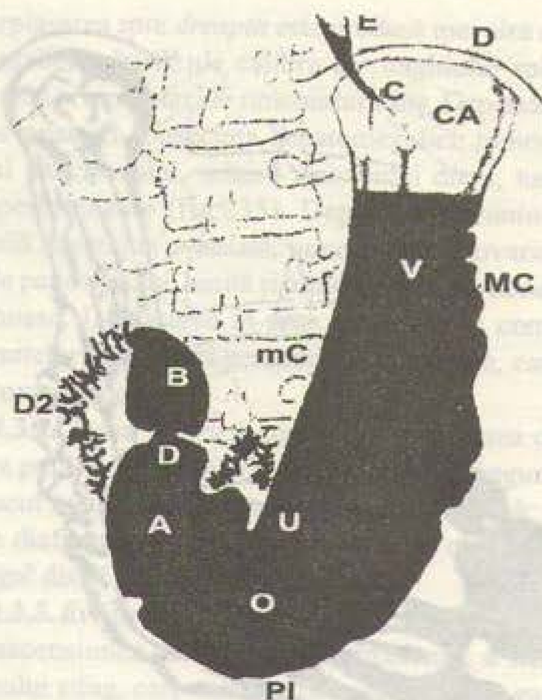


Fig.231. Structurile şi regiunile anatomice ale stomacului. E: esofag; D: diafragm; C: cardia; F: fornixul (polul superior); CA: camera de aer; mC: mica curbură; O: porţiunea orizontală; U: unghiul gastric; Pi: polul inferior; A: antrul; P: pilorul; B: bulbul duodenal; D2: duodenul II; T: unghiul duodeno-jejunal.

7.4.2.2. *Structurile şi regiunile anatomice* (fig.231). Cele două *feţe* ale stomacului, *anterioară* şi *posterioară*, se suprapun în incidenţa frontală, astfel încît individualizarea lor este posibilă numai prin examenul de profil.

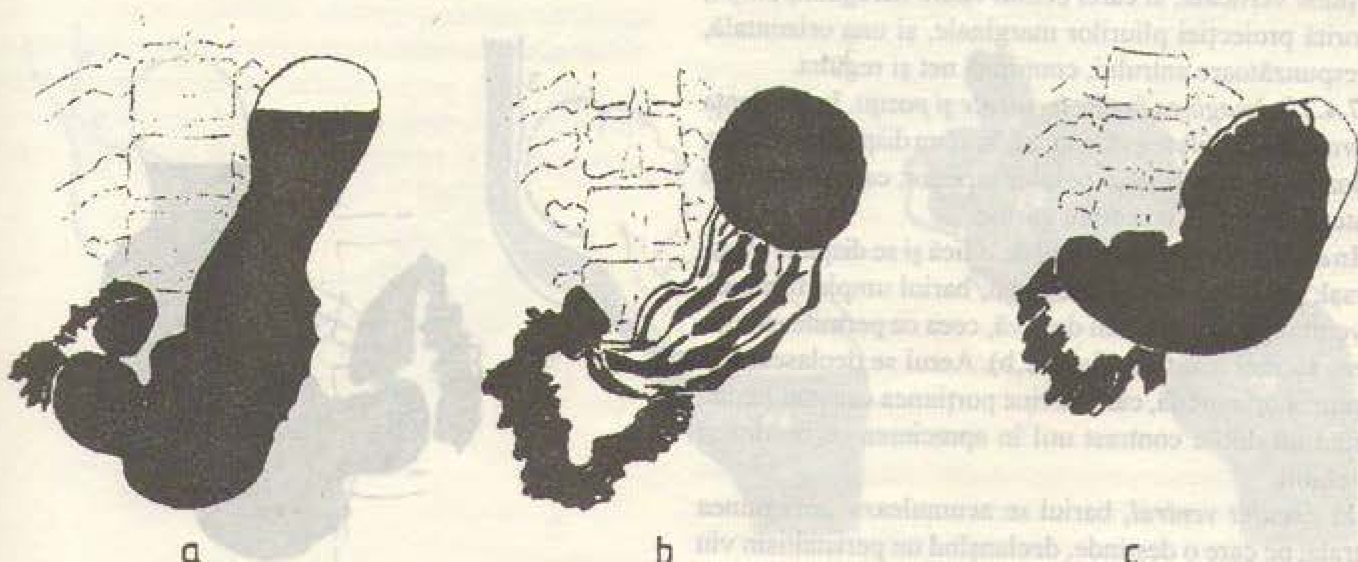


Fig.232. Forma şi dispoziţia stomacului în funcţie de poziţia de examinare. a: în ortostatism; b: în decubit lateral; c: în decubit ventral.

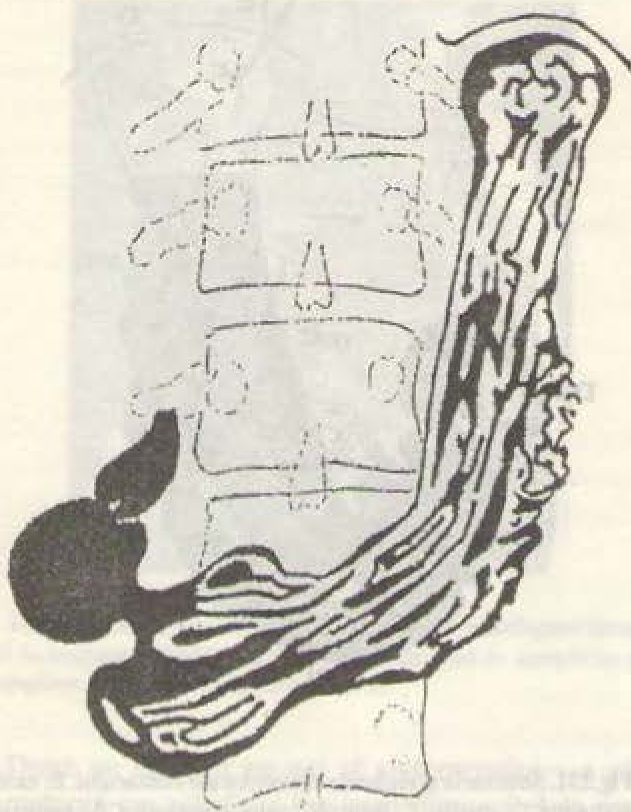


Fig.233. Reliefful gastric normal.

Curburile stomacului se examinează în starea de repleţie completă a organului. Curbura *mică* est orientată spre coloana vertebrală şi prezintă, corespunzator regiunilor gastrice respective, o porţiune verticală şi una orizontală, delimitate prin *unghiul* gastric; conturul ei este net şi regulat. Curbura *mare* cuprinde, la rîndul ei, o porţiune verticală, al cărei contur apare neregulat, dinţat, datorită proiecţiei pliurilor marginale, şi una orizontală, corespunzătoare antrului, conturată net şi regulat.

7.4.2.3. *Imaginea în alte incidenţe şi poziţii.* In incidenţa *laterală* (de profil) se evidenţiază, în afara dispoziţiei feţelor, şi poziţia caracteristică a polului superior, care se dezvoltă posterior în raport cu corpul gastric.

In *decubit dorsal*, stomacul de ridică şi se dispune transversal, eliberînd cadrul duodenal; bariul umple fornixul, devenit regiunea cea mai declivă, ceea ce permite examinarea formei acestuia (fig.232,b). Aerul se deplasează în regiunea orizontală, care devine porţiunea cea mai înaltă, creînd un dublu contrast util în aprecierea curburilor şi reliefului.

In *decubit ventral*, bariul se acumulează în regiunea antrală, pe care o destinde, declanşînd un peristaltism viu şi accelerînd evacuarea prin pilor. Fornixul cuprinde, alături de bariu, o cantitate de aer astfel încît apare incomplet opacifiat (fig.232,c).

7.4.2.4. *Relieful gastric* apare sub forma unor *benzi transparente*, produse de pliurile mucoasei, separate prin opacitatea bariului pătruns în depresiunile dintre pliuri (fig.233); în linii mari, acestea sînt dispuse paralel cu axul stomacului şi curburile lui, prezentînd unele particularităţi regionale. Grosimea lor obişnuită variază între 3 şi 6 mm, iar contururile sînt nete şi regulate.

In regiunea polului superior (fornixului) pliurile au o dispoziţie neregulată, sinuoasă, comparată cu cea a circumvoluţiunilor cerebrale (pliuri "cerebriforme").

La nivelul porţiunii verticale, pliurile sînt dispuse paralel cu curburile; în vecinătatea micii curburi ele au un traiect liniar regulat, în timp ce spre marea curbură devin treptat sinuoase, întrerupte sau intersectate în reţea. Trecerea pliurilor de pe o faţă a stomacului pe cealaltă, care se produce în această regiune, este marcată de prezenţa unor dinţături caracteristice ale conturului marii curburi.

In regiunea antrală, pliurile îşi păstrează în linii mari paralelismul, devenind apoi convergente spre pilor.

In timpul examenului, se poate remarca deseori modificarea dispoziţiei pliurilor ("autoplastica mucoasei"), iar la compresia dozată acestea se vădesc suple, uşor deformabile.

7.4.2.5. *Cinetica gastrică* este reprezentată de *undele peristaltice*, care produc adîncituri de formă regulată ale curburilor (fig.234). Ele pornesc din regiunea subcardială şi se propagă spre pilor; sînt bine vizibile mai ales în regiunea antrală, unde simultaneitatea şi simetria pe ambele curburi apar foarte evident. Excursia undelor peristaltice se încheie în condiţii normale cu contracţia sistolică a regiunii prepilorice, cu deschiderea pilorului şi trecerea în duoden a unei părţi din conţinutul gastric.



Fig.234. Peristaltism gastric normal.

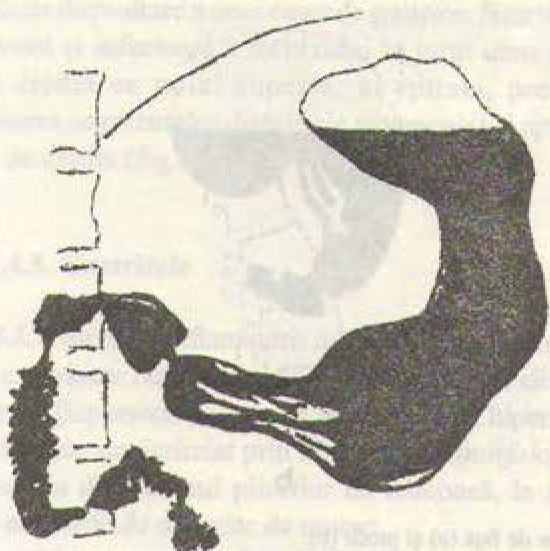


Fig.235. Deplasarea spre stînga a stomacului produsă de o tumoră retroperiotoneală.

7.4.2.6. *Mobilitatea stomacului* poate fi evidențiată în timpul manevrei de compresie, ca și prin modificarea poziției de examen.

7.4.3. Modificările de poziție ale stomacului

7.4.3.1. *Deplasările.* Organ mobil, stomacul poate fi deplasat cu ușurință, în orice direcție, de formațiuni patologice expansive de vecinătate; deplasările sînt însoțite de obicei de crearea unor amprente la nivelul segmentelor de contur afectate.

Deplasarea spre *dreapta* este produsă mai ales de splenomegalie, măririle de calibru ale unghiului splenic al colonului și hiperplaziile rinichiului stîng. Deplasarea spre *stînga* poate fi consecința hepatomegaliei, tumorilor de cap al pancreasului, măririi rinichiului drept, tumorilor retroperiotoneale (fig.235). Deplasarea *cranială* este întîlnită în sarcina avansată, tumorile utero-ovariene, tumorile pancreasului, ascită și tumorile retroperitoneale voluminoase. Deplasarea în sens *caudal* este consecința revărsatelor pleurale și pericardice abundente, cardio- și hepatomegaliilor.

7.4.3.2. *Ptoza gastrică* constă din deplasarea caudală în care polul superior pierde contactul cu diafragmul, iar stomacul se situează *în totalitate* în poziție joasă: spațiul dintre diafragm și fornix se mărește, iar o porțiune din esofagul distal pătrunde în abdomen.

7.4.3.3. *Eventrația* (relaxarea) *diafragmatică* se traduce prin ascensiunea pronunțată, permanentă, a hemidiafragmului stîng, care antrenează polul superior gastric și deseori flexura splenică a colonului. Hemidiafragmul hipopalzic și lipsit de motilitate proprie apare sub forma unei linii opace fine, neîntrerupte, sub care se proiectează hipertransparența camerei de aer gastrice și unghiul splenic destins de gaze (fig.139).

7.4.3.4. *Hernia diafragmatică* a stomacului constă din pătrunderea parțială a acestuia în cavitatea toracică, printr-o soluție de continuitate a diafragmului.

Radiologic, hipertransparența fornixului se situează deasupra conturului hemidiafragmului stîng, pe care îl întrerupe; în unele cazuri, prin orificiul herniei pătrunde în torace și unghiul splenic al colonului.

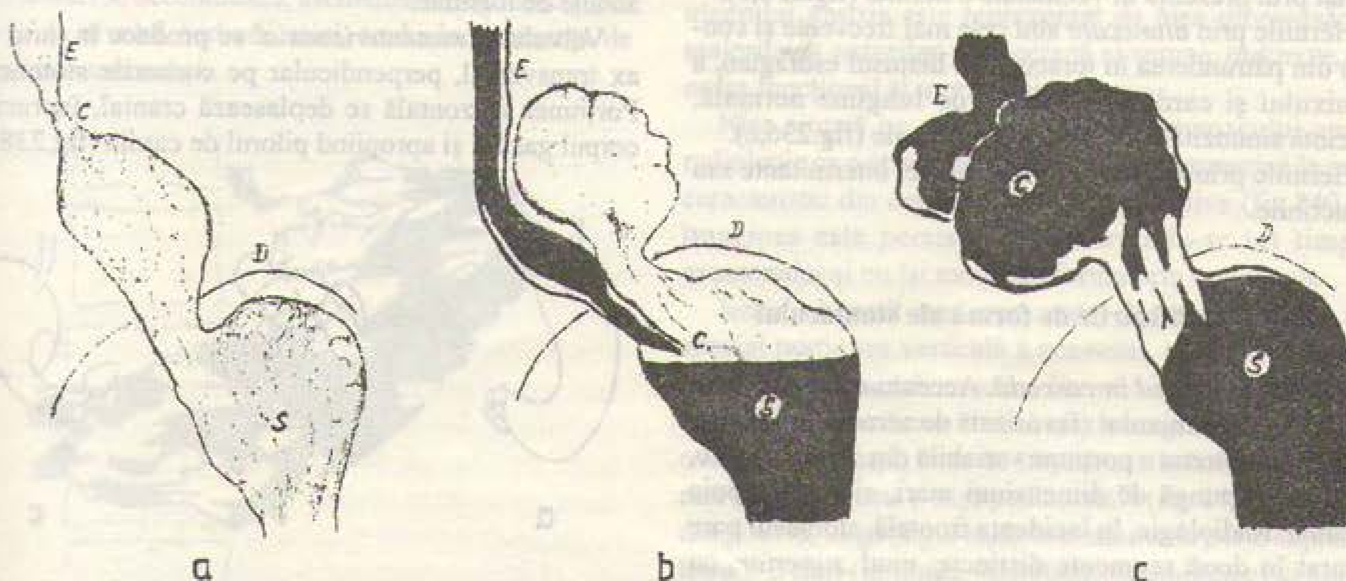


Fig.236. Aspecte radiologice în diferite forme de hernie hiatală. a: cu esofag scurt; b: paraesofagiană; c: prin alunecare; E: esofag; C: cardia; D: diafragm; S: stomac.

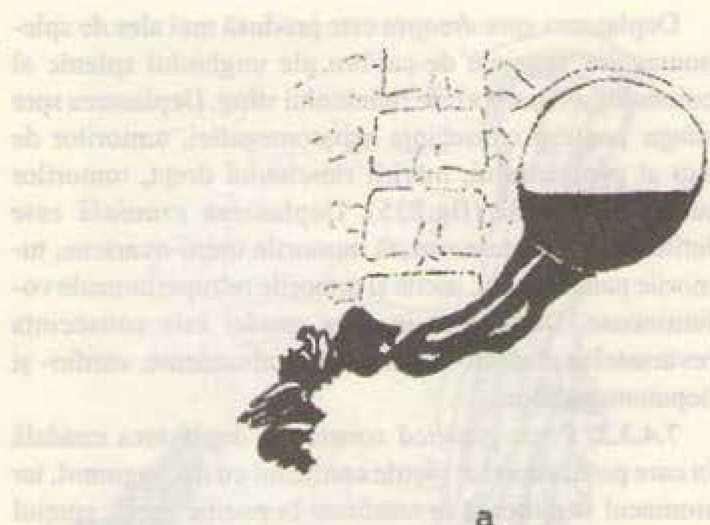




Fig.237. Stomac în cascadă pe imaginea de faţă (a) şi profil (b).

7.4.3.5. *Herniile hiatale* reprezintă deplasări ale unor porţiuni din polul superior al stomacului prin orificiul esofagian al diafragmului; ele pot avea caracter permanent sau intermitent şi pot fi reductibile sau fixate.

Herniile hiatale cu *esofag scurt* (brahiesofag) sînt malformaţii congenitale de tipul ectopiilor parţiale, caracterizate prin poziţia intratoracică a cardiei, împreună cu o porţiune a fornixului. Examenul radiologic evidenţiază un esofag scurt şi prezenţa de mucoasă gastrică supradiafragmatic (fig.236,a).

Herniile *paraesofagiene* constau din deplasarea unei părţi din fornixul gastric în torace, de-a lungul marginii stîngi a esofagului; poziţia subdiafragmatică a cardiei este păstrată, iar esofagul are o lungime normală, putînd fi deviat prin prezenţa în vecinătate a herniei (fig.236,b).

Herniile prin *alunecare* sînt cele mai frecvente şi constau din pătrunderea în torace, prin hiatusul esofagian, a fornixului şi cardiei. Esofagul, de lungime normală, prezintă sinuozităţi ale porţiunii terminale (fig.236,c).

Herniile prin alunecare sînt de obicei intermitente sau reductibile.

7.4.4. Modificările de formă ale stomacului

7.4.4.1. *Stomacul în cascadă.* Accentuarea inflexiunii posterioare a fornixului (favorizată de aerocolie şi obezitate) poate antrena o porţiune variabilă din corpul gastric, realizînd o pungă de dimensiuni mari, situată înapoia acestuia. Radiologic, în incidenţa frontală, stomacul pare separat în două segmente distincte: unul *superior*, cu conturul inferior convex în jos, care reţine cantitatea de bariu ingerată pînă ce aceasta atinge un anumit nivel, şi unul *inferior*, reprezentînd corpul gastric scurtat, în care bariul pătrunde numai după depăşirea pragului de separare între cele două segmente (fig.237,a). Examenul de profil evidenţiază dezvoltarea spaţială reală a stomacului şi dispoziţia substanţei de contrast (fig.237,b).

7.4.4.2. *Volvulusul gastric* reprezintă torsiunea parţială sau totală a stomacului în jurul unui ax cu dispoziţie variabilă. Modificările de formă ale organului se datorează în cea mai mare măsură schimbării poziţiei diferitelor lui segmente.

In volvusul *organoaxial*, torsiunea se produce în jurul axului longitudinal, cardio-piloric al stomacului. In cazul torsiunii totale, faţa anterioară devine posterioară, iar marea curbură se situează pe conturul gastric drept (fig.238,a). Examenul reliefului evidenţiază modificarea traiectului pliurilor de mucoasă şi întretăierea acestora în zonele de torsiune.

Volvulusul *mezentericoaxial* se produce în jurul unui ax transversal, perpendicular pe curburile stomacului. Porţiunea orizontală se deplasează cranial, încrucişînd corpul gastric şi apropiind pilorul de cardia (fig.238,b).

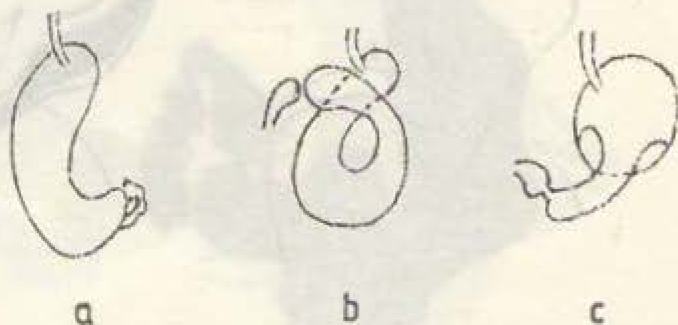


Fig.238. Reprezentare schematică a diferitelor forme de volvulus gastric. a.volvulus organoaxial total; b.volvulus mezentericoaxial; c.volvulus cardiosplenoaxial.

Volvulusul *cardiosplenoaxial* este de fapt forma extremă de dezvoltare a unei cascade gastrice. Bascularea posterioară şi inferioară a fornixului în jurul unui ax ce uneşte cardia cu polul superior al splinei, produce ascensiunea segmentelor distale ale stomacului şi apropie pilorul de cardia (fig.238,c).

7.4.5. Gastritele

7.4.5.1. Procesele inflamatorii *acute* ale stomacului sînt rareori examinate radiologic; ele se traduc prin modificări *funcţionale* (hipersecreţie, tranzit accelerat prin hipertonie şi hiperkinezie sau întîrziat prin hipotonie) şi *morfologice*, care constau din edemul pliurilor de mucoasă, în mare măsură acoperite de depozite de mucus.

Datorită hipersecreţiei şi opacifierii neomogene, examenul decurge în general cu dificultate şi este destul de puţin informativ, mai ales cu privire la starea mucoasei.

7.4.5.2. *Gastritele cronice* se caracterizează din punct de vedere *funcţional* printr-o triadă simptomatică clinico-radiologică constituită din hiperseretie, hipertonie şi hiperperistaltism; evacuarea gastrică poate fi accelerată sau, dimpotrivă, întîrziată, datorită spasmelor pilorice asociate.

Modificările *morfologice* privesc în cea mai mare măsură relieful gastric şi reprezintă elementul principal al diagnosticului radiologic.

Gastritele *hipertrofice* sînt caracterizate prin pierderea netităţii şi paralelismului contururilor pilurilor, care devin sinuoase, ramificate, parţial întrerupte, neuniform îngroşate, rigide (fig.220,a). Neregularităţile de contur ale marii curburi se accentuează; asemenea neregularităţi pot apare şi la nivelul curburii mici, traducînd prezenţa de ulceraţii ale mucoasei.



Fig.239. Gastrită "gigantă" Ménétrier.

Ingroşarea pliurilor poate căpăta în unele forme manifestări extreme, realizînd imagini lacunare neregulate, de mari dimensiuni (gastrita "gigantă" Ménétrier, fig.239). In alte cazuri, mucoasa suferă o degenerescenţă polipoidă; în această situaţie, relieful obişnuit este înlocuit prin imagini lacunare multiple, rotunde, de mici dimensiuni.

Rigiditatea segmentară a pereţilor, datorată fibrozării lor, este mai rar întîlnită.

Modificările reliefului gastric trebuie să fie întotdeauna interpretate cu prudenţă. Prezenţa lor nu justifică automat diagnosticul de gastrită; ele reflectă în multe cazuri o autoplastică particulară, după cum pot ascunde infiltraţii neoplazice incipiente ale mucoasei.

Gastritele *atrofice* se caracterizează prin pliuri de calibru mai mult sau mai puţin redus. Uneori pliurile pot dispare în totalitate pe anumite regiuni, mucoasa căpătînd un aspect neted, nestructurat.

7.4.6. Ulcerul gastric

Localizarea la nivelul stomacului a bolii ulceroase este cea mai frecventă afecţiune a organului; ea se caracterizează prin pierderi de substanţă parietale, care pot afecta mucoasa, submucoasa, musculatura proprie şi seroasa, soldîndu-se în unele cazuri cu penetrarea organelor vecine.

Examenul radiologic contribuie la stabilirea diagnosticului în aproape toate cazurile; în afara evidenţierii semnului de certitudine, nişa benignă, el mai precizează sediul, forma anatomică, stadiul evolutiv, prezenţa sau iminenţa unor complicaţii, eficienţa tratamentului.

7.4.6.1. Semnul radiologic direct, *de certitudine*, al ulcerului gastric este reprezentat de nişa ulceroasă; în majoritatea cazurilor se asociază şi semne *indirecte*, de ordin funcţional şi morfologic.

Nişa situată pe una din *curburile* stomacului apare radiologic ca o opacitate adiţională, care proemină în mod caracteristic din conturul curburii respective (fig.240,a); imaginea este persistentă, observîndu-se tot timpul examenului şi nu îşi modifică forma prin compresie.

Sediul obişnuit este reprezentat de *mica curbură* (în special porţiunea verticală a acesteia), apoi de curburile antrului, mai rar curbura mare. *Forma* nişei poate fi variată, în funcţie de localizare şi vechime: triunghiulară, rotundă, ovalară, aplatizată; baza de implantare la lumenul gastric este uneori îngustă ("nişă pediculată") (fig.240,a), alteori, dimpotrivă, largă (fig.240,d). Dimensiunile pot fi cuprinse între 2-3 mm (la limita vizibilităţii radiologice) şi cîţiva centimetri. *Conturul* este în marea majoritate a cazurilor net şi regulat (fig.240).

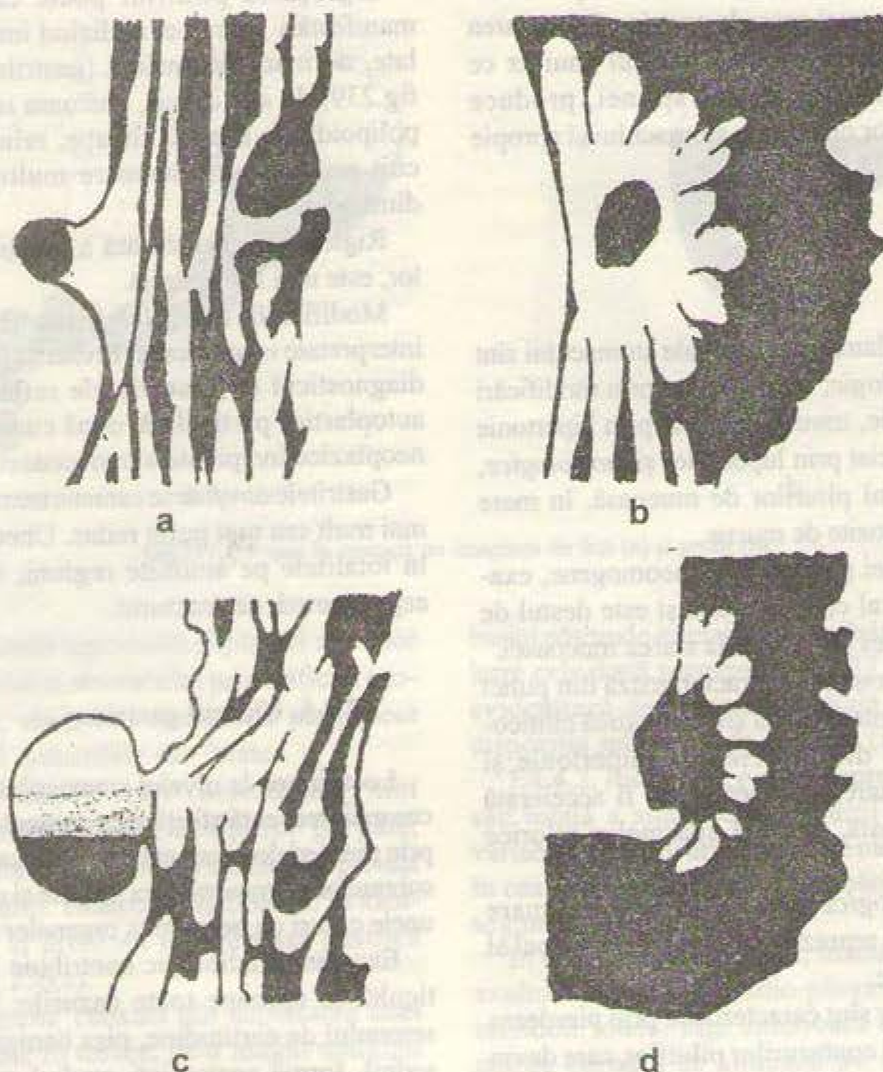


Fig.240. Forme radiologice de nişe gastrice. a: nişă în evoluţie, cu edem periulceros; b: nişă pe faţă posterioară; c: nişă Haudek; d: nişă gigantă.

Modificările periulceroase sînt determinate de edemul şi infiltraţia inflamatorie şi se traduc prin denivelări (concavităţi) ale conturului în imediata vecinătate a nişei, deasupra şi dedesubtul acesteia, care contribuie uneori substanţial la reliefarea şi vizibilizarea ulceraţiei; în alte cazuri, edemul produce o bandă transparentă care separă baza nişei de lumenul gastric.

La nivelul *feţelor* stomacului (localizarea este mai frecventă pe faţa posterioară), nişa apare ca o pată opacă, rotundă, omogenă, înconjurată de o zonă transparentă produsă de edemul perilezional (fig.240,b). Adusă în incidenţă de profil, nişa proemină din conturul feţei respective.

Forme particulare. Nişa *penetrantă* (Haudek) are de obicei o formă ovalară, pediculată şi se situează în exclusivitate pe porţiunea verticală a micii curburi. Caracteristică din punct de vedere radiologic este *stratificarea* conţinutului ei: aer în regiunea superioară, lichid de secreţie în zona intermediară şi bariu la bază (fig.240,c). La fel de caracteristică este *fixitatea* nişei în cursul manevrelor de mobilizare a curburii, care reflectă penetrarea ei în ficat sau pancreas.

Nişa *gigantă*, cu bază largă de implantare (fig.240,d), este deseori suspectată de o natură malignă, greu de infirmat numai pe baza datelor radiologice.

Nişa *în platou*, cu adîncime redusă şi bază largă de implantare, creează, de asemenea, o imagine similară unei leziuni ulcerative maligne.

In unele situaţii, nişa nu poate fi evidenţiată radiologic, chiar dacă examenul decurge în condiţii tehnice ireproşabile. Asemenea situaţii sînt create de nişele de dimensiuni foarte mici (sub 2-3 mm), de umplerea ulceraţiei cu resturi

alimentare sau cheaguri sanguine, de dimensiunile foarte reduse asociate cu o localizare nefavorabilă vizualizării (marea curbură, fornixul), ca şi de dispariţia, după o hemoragie, a edemului periulceros.

7.4.6.2. Semnele radiologice *indirecte* de ordin *funcţional* sînt reprezentate de triada simptomatică hipersereţie, hipertonie şi hiperperistaltism. Deseori se asociază *spasme*, fie pe conturul opus celui pe care se localizează nişa, realizînd o adîncitură profundă ("incizură") în dreptul acesteia (fig.215,b), fie la distanţă (la nivelul cardiei sau pilorului).

Semnele indirecte *morfologice* se manifestă prin aspecte variate, interesînd forma, contururile şi relieful stomacului.

Modificările *reliefului* traduc gastrita însoţitoare (pliuri îngroşate, neregulate, întrerupte uneori în vecinătatea imediată a nişei) prin edemul periulceros (fig.220,a; fig.240,c). *Convergenţa pliurilor* spre nişă (fig.220,b) este un semn caracteristic de benignitate a acesteia; ea marchează transformările cicatriceale perilezionale.

Modificare ireversibilă, convergenţa (dispoziţia radiară a pliurilor) se menţine şi după dispariţia nişei, marcînd retrospectiv sediul acesteia în etapa floridă de evoluţie.

Rigiditatea segmentară, relevată de dispariţia peristaltismului, poate fi manifestă în prezenţa nişei, afectînd regiunea vecină cu aceasta (datorită infiltraţiei edematoase), ca şi după vindecarea ei (traducînd modificările fibroase cicatriciale).

Scurtarea micii curburi este apanajul ulcerelor cu evoluţie îndelungată, soldate cu procese retractile întinse. Pilorul capătă o poziţie excentrică, fiind deviat spre stînga, iar evacuarea stomacului este stînjenită; ca urmare, se produce o distensie a marii curburi, care deformează organul.

In localizările la nivelul *antrului*, procesele cicatriciale retractile pot produce îngustarea marcată a regiunii, însoţită de modificarea dispoziţiei ei (atrezia fibroasă a antrului).

Bilocularea mediogastrică se constituie prin retracţia fibroasă a marii curburi în dreptul ulcerului, realizînd o stenoză excentrică, de obicei puţin întinsă, care separă stomacul în două pungi suprapuse, unite printr-un istm situat în vecinătatea micii curburi (fig.241).

7.4.6.3. *Evoluţia* nişei sub tratament se exprimă radiologic prin diminuarea treptată a dimensiunilor, pînă la dispariţia ei din imagine; aceasta se produce de obicei la un interval de cîteva săptămîni de la instituirea tratamentului. Modificările produse de procesele cicatriciale rămîn definitive.



Fig.241. Stomac biloculat ulceros.

7.4.7. Tumorile gastrice

7.4.7.1. Tumorile benigne ale stomacului sînt constituite din celule diferenţiate ce provin din ţesuturi de tip *epitelial* (polipi, adenoame), *conjunctiv* (fibroame), *muscular neted* (leiomioame), *nervos* (neurinoame, schwanoame), *adipos* (lipoame) sau *vascular* (angioame, endotelioame). Toate prezintă unele caractere radiologice comune, a căror recunoaştere devine utilă mai ales prin faptul că, evoluînd de regulă asimptomatic, aceste tumori sînt descoperite întîmplător.

Radiologic, tumorile gastrice benigne produc *imagini lacunare*, care, indiferent de forma şi mărimea lor, sînt întotdeauna net conturate; ele pot fi unice sau multiple.

In general, pluralitatea formaţiunilor tumorale este un semn de benignitate; totuşi nu trebuie neglijat faptul că unele dintre ele pot suferi ulterior degenerare malignă.

Cu excepţia neurinomului şi fibromului, tumori de consistenţă dură, celelalte varietăţi se dovedesc elastice în cursul compresiei; ele se deformează uşor, aplatizîndu-se, dar revin prompt la forma şi dimensiunile iniţiale după suprimarea acesteia.

In vecinătatea tumorii, pliurile gastrice sînt deviate prin împingere, dar rămîn neîntrerupte şi net conturate (fig.219, a); peristaltismul nu este modificat.

Polipul gastric prezintă toate caracterele radiologice ale tumorilor benigne (fig.219,a). Particularităţile de manifestare sînt create în primul rînd de faptul că formele *pediculate* se traduc printr-o mare mobilitate a imaginii lacunare; în localizările antrale, polipul poate trece prin pilor în bulbul duodenal. In al doilea rînd, de faptul că

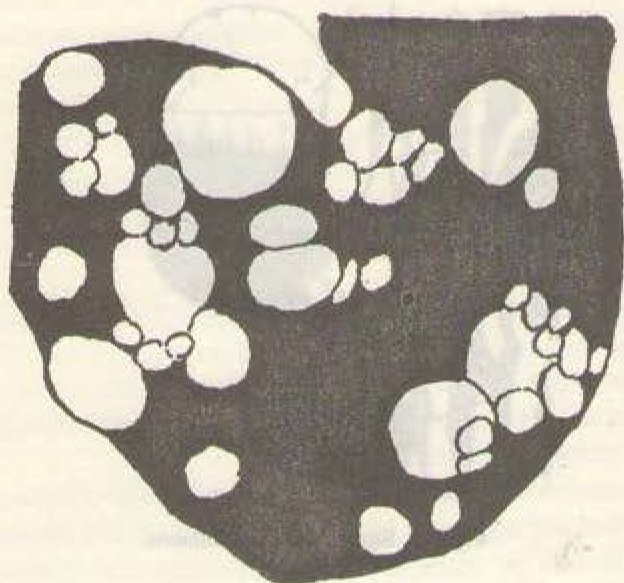


Fig.242. Polipoză gastrică generalizată (examen al regiunii antrale).

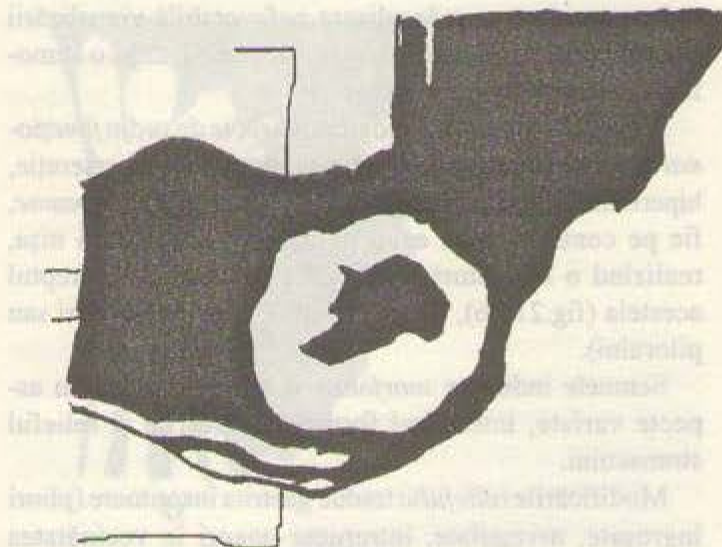


Fig.243. Schwannom al porţiunii orizontale a stomacului.

deseori pot fi evidenţiaţi polipi multipli, de dimensiuni foarte variate, în cadrul aşa-numitei *polipoze* gastrice (fig.242).

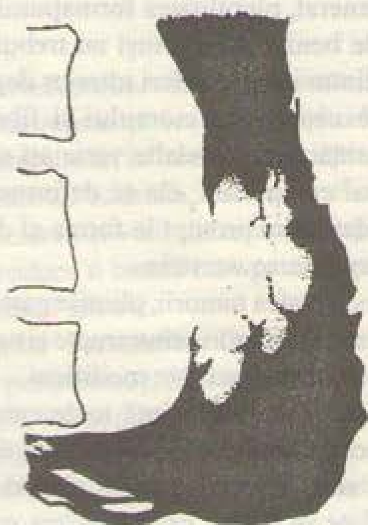
Schwannomul, tumoră de natură nervoasă, cu originea în plexul mienteric, poate atinge dimensiuni mari, caz în care se ulcerează frecvent, prezentînd radiologic o imagine opacă centrală (fig.243).

7.4.7.2. *Tumorile maligne* ale stomacului sînt mai frecvent *adenocarcinoame*; celelalte varietăţi histologice sînt reprezentate de sarcoame, limfoame, excepţional de tumori cu alte structuri.

Anatomopatologic şi radiologic, cancerelor gastrice le sînt proprii trei tipuri fundamentale de leziuni, frecvent asociate: proliferative, infiltrative şi ulcerative.

Forma *proliferativă* (vegetantă), dezvoltată pe una din feţe sau curburi, produce o masă tumorală de dimensiuni variabile, care proemină în lumenul gastric şi realizează o *imagine lacunară*. Iniţial, aceasta are o formă rotundă sau ovalară, cu contururi relative nete sau rezultă din confluarea de multiple mici defecte de umplere.

Tumorile vegetante mari, localizate la nivelul *curburilor*, produc defecte de umplere marginale întinse, cu



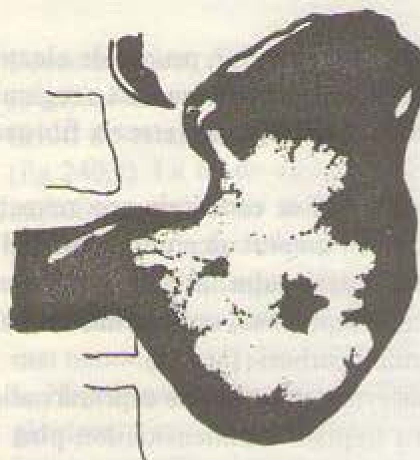


Fig.244. Cancere gastrice vegetante, cu localizare la nivelul micii curburi (a) şi feţei posterioare (b).

contururi neregulate și șterse, prelungite spre lumenul gastric cu imagini de semiton. Conturul peretelui (curburii) este întrerupt pe întinderi variabile, regiunea devine rigidă, total aperistaltică. La extremitățile formațiunii patologice se evidențiază "pinteni" opaci, creați de bariul ce se insinuează între perete și baza de inserție a tumorii (fig.244,a).

La nivelul *fețelor*, cancerul vegetant produce imagini lacunare unice, (mai rar multiple), de formă neregulată, cu contururi șterse și semitonuri marginale. Pe aria de proiecție a lacunei se evidențiază *relieful malign*, ca și opacități de diferite dimensiuni, care traduc prezența ulcerațiilor (fig.244,b).

Tumorile vegetante de dimensiuni mari ocupă o mare parte din lumenul gastric, producînd stenoze, de obicei excentrice.

Forma *infiltrativă* se caracterizează radiologic prin *rigiditatea* pereților, tradusă prin lipsa de suplețe în cursul umplerii și manevrelor de mobilizare, prin *absența peristaltismului* și *deformarea*, prin retracție a regiunii afectate. De obicei, porțiunea infiltrată din curbură devine liniară; mai rar ea poate prezenta ondulații fixe, rigide.

La nivelul *unghiului* gastric, rigiditatea produce deschiderea acestuia, însoțită de o "rotunjire" a conturului micii curburi în regiunea respectivă (fig.245,a); conturul poate deveni ușor neregulat, mărginit de mici zone de semiton.

La nivelul *antrului*, infiltrația poate interesa curbura mică sau ambele curburi; în ultimul caz, regiunea se retractă în ansamblu, devenind cilindrică sau conică (fig.245,a). Prezența de neregularități și semitonuri este frecventă.

La nivelul *corpului* gastric, infiltrația întinsă produce stenoza mezogastrică, cu istmul dispus axial, care

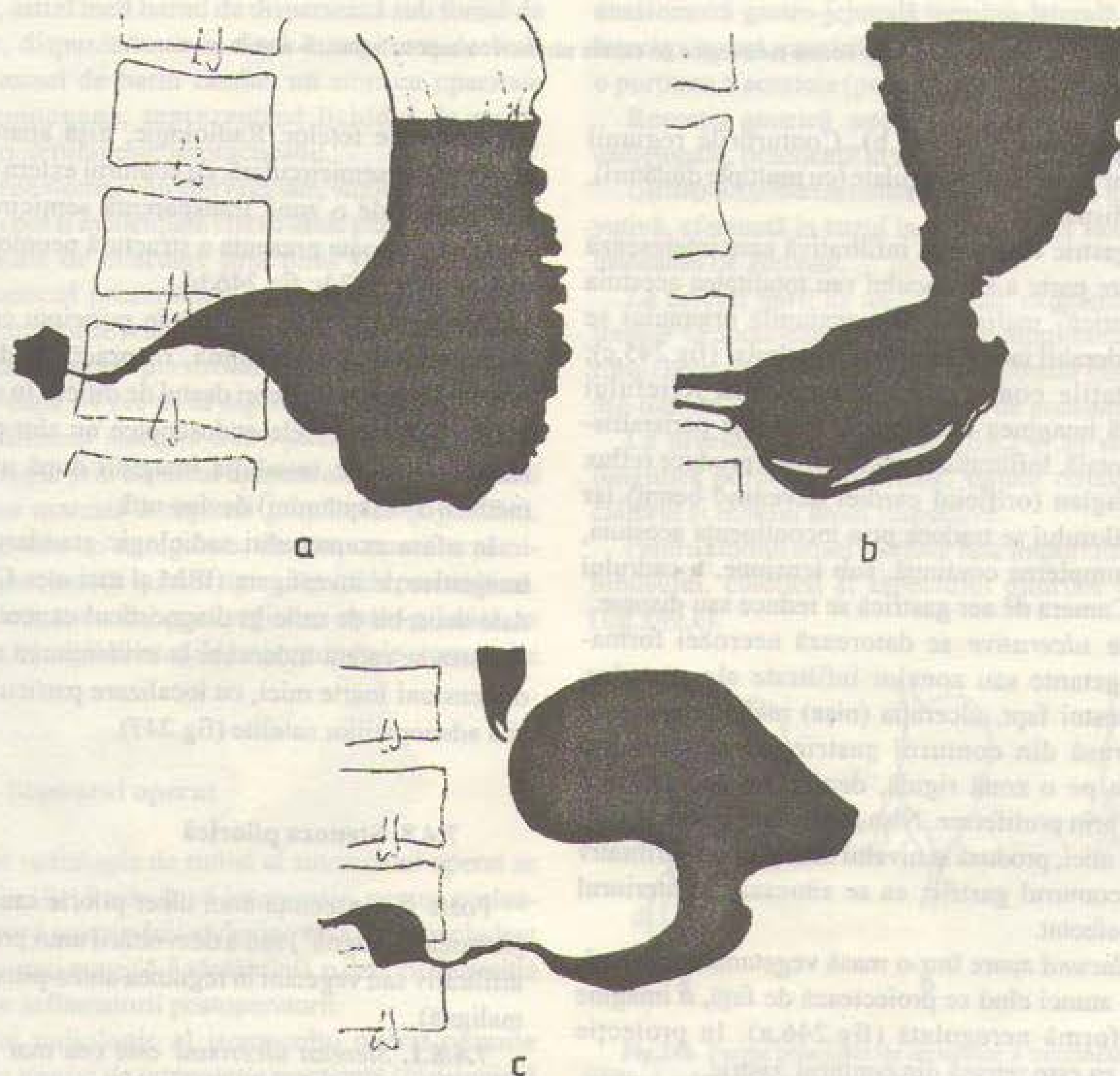


Fig.245. Forme radiologice de cancer infiltrativ. a.localizare antrală; b.localizare la nivelul corpului, cu stenoză mediogastrică; c.schir gastric interesînd corpul în totalitate.

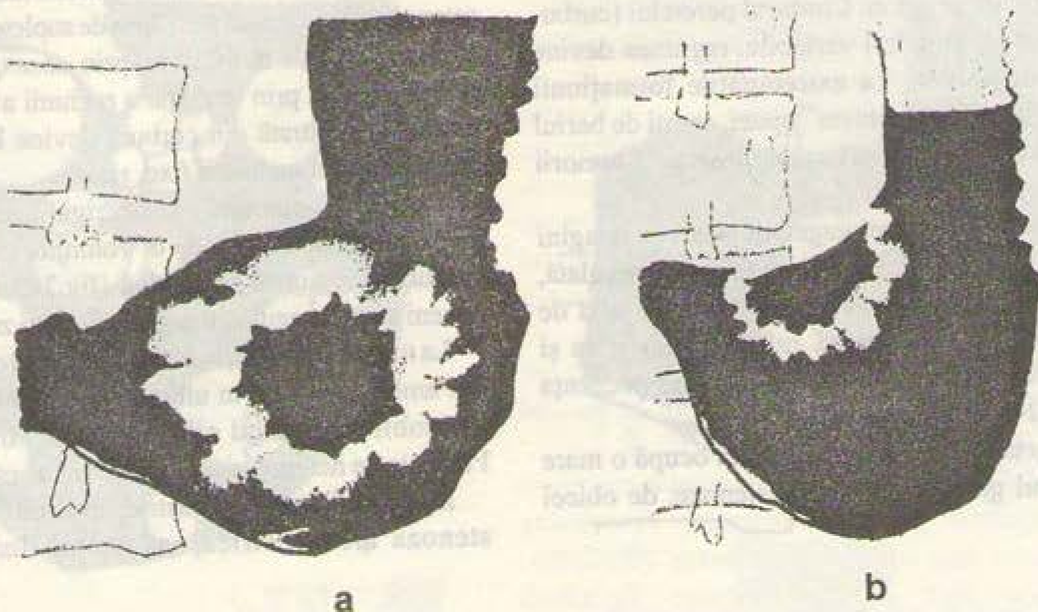


Fig.246. Forme radiologice de cancer ulcerativ: a-nişă în lacună; b-nişă în menisc.

biloculează organul (fig.245,b). Contururile regiunii stenozate sînt imprecise, neregulate (cu multiple dinţături), iar relieful dispărut.

Schirul gastric este forma infiltrativă care interesează cea mai mare parte a stomacului sau totalitatea acestuia ("linita plastică" malignă). Dimensiunile organului se reduc considerabil iar calibrul devine tubular (fig.245,c); neregularitaţile contururilor şi dispariţia reliefului completează imaginea radiologică. Absenţa peristaltismului este totală. Infiltraţia regiunii cardiei produce reflux gastro-esofagian (orificiul cardiei devenind beant) iar infiltraţia pilorului se traduce prin incontinenţa acestuia, urmată de umplerea continuă, sub tensiune, a cadrului duodenal. Camera de aer gastrică se reduce sau dispare.

Leziunile *ulcerative* se datorează necrozei formaţiunilor vegetante sau zonelor infiltrate ale pereţilor. Datorită acestui fapt, ulceraţia (nişa) malignă apare de regulă retrasă din conturul gastric; ea se dezvoltă întotdeauna pe o zonă rigidă, denivelată sau profund modificată prin proliferare. Nişa *încastrată* este o nişă de dimensiuni mici, produsă la nivelul unui placard infiltrativ retras din conturul gastric; ea se situează în interiorul conturului afectat.

Nişa *în lacună* apare într-o masă vegetantă necrozată, producînd, atunci cînd se proiectează de faţă, o imagine opacă de formă neregulată (fig.246,a). In proiecţie marginală, ea este retrasă din conturul gastric.

Nişa *în menisc* se produce într-o formaţiune proliferativă care afectează o curbură, împreună cu versantele adiacente ale feţelor. Radiologic, nişa apare de formă aproximativ semicirculară, cu conturul extern plat; ea este înconjurată de o zonă transparentă semicirculară concentrică, ce poate prezenta o structură neomogenă (relief malign) (fig.217,b; fig.246,b).

Deşi nişa malignă prezintă în principiu caractere net distinctive de cea benignă, în practică, diagnosticul diferenţial poate fi uneori destul de dificil. In situaţii echivoce, dacă manevrele endoscopice nu sînt practicabile, *testul terapeutic* (evoluţia imaginii după un tratament medical 3-6 săptămîni) devine util.

In afara examenului radiologic standard, metodele imagistice de investigare (IRM şi mai ales CT) pot oferi date deosebit de utile în diagnosticul cancerului gastric. Acestea se referă îndeosebi la evidenţierea tumorilor de dimensiuni foarte mici, cu localizare particulară (cardia) şi a adenopatiilor satelite (fig.247).

7.4.8. Stenoza pilorică

Poate fi consecinţa unui ulcer piloric sau juxtapiloric (stenoza "benignă") sau a dezvoltării unui proces tumoral infiltrativ sau vegetant în regiunea antro-pilorică (stenoza malignă).

7.4.8.1. *Stenoza ulceroasă* este cea mai frecventă şi, datorită evoluţiei îndelungate, realizează aspectul radiologic cel mai pregnant (fig.210).

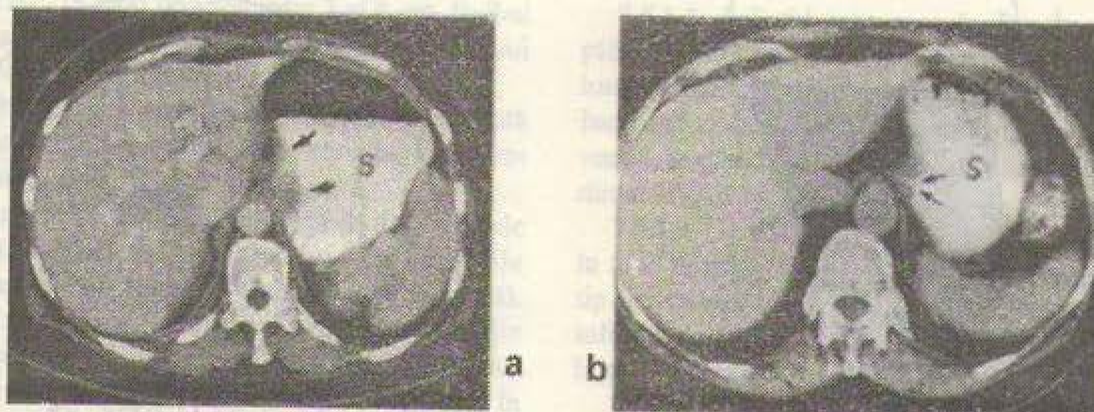


Fig.247. In a, secțiune CT evidențiind un cancer vegetant al cardiei; în b, aspect normal al orificiului cardiei. S: stomac

Stomacul apare mult mărit de volum, alungit, cu polul inferior situat în micul bazin și lărgit în sens transversal. El conține o cantitate considerabilă de lichid și resturi alimentare, astfel încît bariul de disperseazǎ sub formă de pete opace, dispunîndu-se în final în regiunea declivă. Deasupra masei de bariu rămîne un strat cu opacitate redusă, neomogenă, reprezentînd lichidul de stază. Examenul reliefului este impracticabil.

Contururile stomacului sînt regulate, suple; la începutul examenului pot fi evidențiate cîteva unde peristaltice, care nu sînt urmate de evacuare prin pilor și care diminuă curînd, stomacul prezentîndu-se în continuare aton și akinetic. Tranzitul se realizează cu mare întîrziere, uneori substanța de contrast persistînd în stomac în cantitate apreciabilă după 24 ore de la ingerare.

7.8.4.2. *Stenoza malignă antro-pilorică* se caracterizează radiologic prin aspectul aparent alungit al pilorului și îngustarea marcată a regiunii prepilorice (fig.245,a). Antrul are contururi neregulate, dințate, uneori cu semitonuri maligne; pereții lui sînt rigizi, lipsiți de peristaltism.

Deși dificil, tranzitul prin regiunea antro-pilorică se menține, astfel încît dilatațiile importante ale stomacului sînt rare.

7.4.9. Stomacul operat

Controlul radiologic de rutină al stomacului operat se efectuează la 10-15 zile după intervenție, pentru evaluarea desfășurării tranzitului; el devine însă mai concludent la un interval mai mare (4-8 săptămîni), o dată cu dispariția fenomenelor inflamatorii postoperatorii.

Examenul radiologic al stomacului operat permite identificarea *tipului de intervenție* practicată (în principal modul de realizare a anastomozei gastro-intestinale) și evidențierea *complicațiilor postoperatorii*.

7.4.9.1. Rezecția gastrică *subtotală* este urmată de restabilirea tranzitului prin anastomoză *gastro-duodenală* termino-terminală (procedeul Péan-Billroth I) sau prin anastomoză gastro-jejunală termino-laterală efectuată pe întreaga tranșă gastrică (procedeul Reichel-Polya) sau pe o porțiune a acesteia (procedeul Hoffmeister-Finsterer).

Rezecția gastrică *totală* este urmată de anastomoza esojejunală, practicată în numeroase variante tehnice.

Gastro-enteroanastomoza simplă este o operație derivativă, efectuată în cazul în care rezecția stomacului este imposibil de efectuat.

La nivelul *gurii de anastomoză*, examenul radiologic trebuie să aprecieze ritmicitatea și amploarea tranzitului; ritmicitatea traduce o situație funcțională bună, creată de așa-numita "sfincterizare" a gurii de anastomoză.

La nivelul ansei *aferente* (fig.249,a) se va aprecia lungimea porțiunii opacifiate, durata retenției bariului, calibrul și relieful ansei respective.

Pentru studiul ansei *eferente* este importantă aprecierea tonusului, cineticii și aspectului pliurilor de mucoasă (fig.249,e).

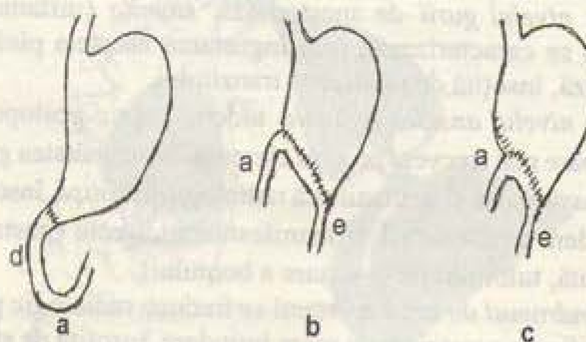


Fig.248. Forme principale de restabilire a tranzitului după rezecția gastrică subtotală a.procedeul Péan-Billroth I; b.procedeul Reichel-Polya; c.procedeul Hoffmeister-Finsterer. (d:duoden; a:ansa aferentă; e:ansa eferentă).

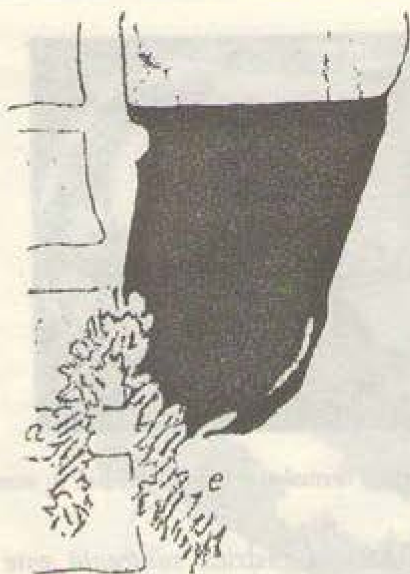


Fig.249. Aspectul radiologic al unei anastomoze termino-laterale (Reichel-Polya). a: ansa aferentă; e: ansa eferentă.

7.4.9.2. *Manifestările patologice postoperatorii* pot fi evidenţiate la intervale variabile după intervenţie, pot fi de natură morfologică sau funcţională şi pot interesa bontul gastric, gura de anastomoză sau ansele jejunale.

La *nivelul bontului* gastric este frecvent întîlnită *gastrita*, manifestată prin îngroşarea reliefului, ca şi prin unele modificări funcţionale privind tonusul, cinetica şi evacuarea. *Ulcerul peptic* se traduce printr-o imagine tipică de nişă, de obicei de mici dimensiuni, însoţită de convergenţa pliurilor edemaţiate (fig.250).

Invaginaţia ansei anastomotice creează o imagine lacunară situată deasupra gurii, cu contururi regulate, prezentînd striuri caracteristice reliefului jejunal; se poate însoţi de stenoza gurii de anastomoză.

Cancerul bontului, de regulă manifestare a unei recidive, poate îmbrăca oricare formă lezională cunoscută (infiltraţie, lacună, ulceraţie).

La *nivelul gurii* de anastomoză, *stomita* (inflamaţia gurii) se caracterizează prin îngustarea acesteia pînă la stenoză, însoţită de reducerea tranzitului.

La *nivelul anselor jejunale, ulcerul peptic* postoperator apare mai frecvent pe ansa eferentă, în vecinătatea gurii de anastomoză şi se manifestă radiologic prin *nişă*, însoţită de edem perilezional si manifestări indirecte (gastrită, stomită, tulburări de evacuare a bontului).

Sindromul de ansă aferentă se traduce radiologic prin opacifierea acesteia pe o mare întindere, însoţită de stază şi îngroşarea apreciabilă a reliefului mucoasei.

Sindromul jejunal ("dumping") apare mai frecvent după intervenţia Reichel-Polya şi se caracterizează prin evacuarea precipitată a bontului, aspectul hipoton al jejunului şi uneori printr-un tranzit jejunal rapid.

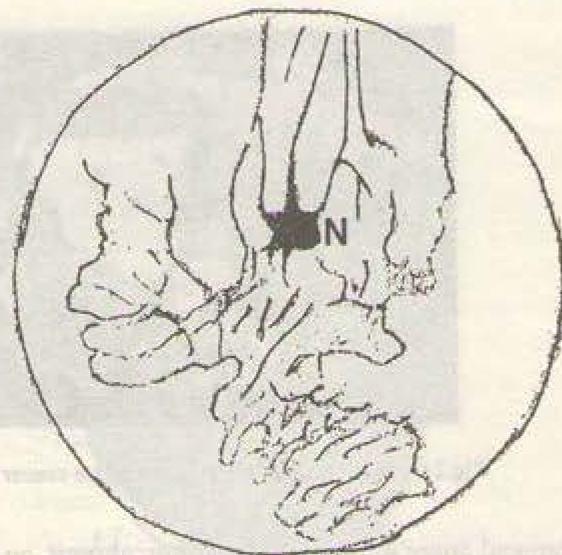


Fig.250. Ulcer peptic pe versantul gastric al unei anastomoze Reichel-Polya. Nişă (N), însoţită de convergenţa pliurilor mucoasei bontului gastric.

7.5. Afecţiunile duodenului

7.5.1. Aspecul radiologic normal al bulbului şi cadrului duodenal

7.5.1.1. *Bulbul duodenal.* Prima porţiune a duodenului, bulbul, prezintă o formă şi dimensiuni sensibil dependente de tonusul pereţilor săi. Bulbul *normoton* apare de formă aproximativ triunghiulară, cu baza centrată pe pilor şi unghiurile bazale (recesurile) uşor rotunjite; vîrful lui, dispus cranial, se continuă cu porţiunea intermediară (fig.251).

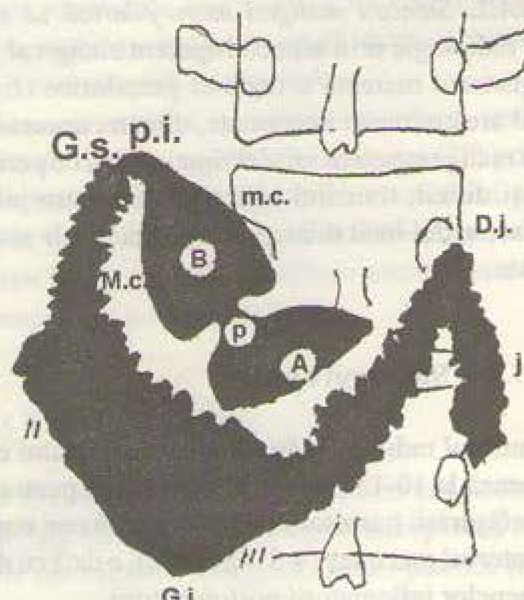


Fig. 251. Aspectul radiologic al duodenului normal. A:Antrul gastric; P:Pilor; B:Bulbul duodenal (normoton); m.c.:mica curbură; M.c.:marea curbură; p.i.: porţiunea intermediară; G.s.: genunchiul superior; II: duoden II; G.i.: genunchiul inferior; III: duoden III; D.j.: unghiul duodeno-jejunal; J:jejun.

Lungimea variază în mod obişnuit între 3 şi 6 cm. Bulbul *hipoton* este alungit, cu calibru redus, în timp ce bulbul *hiperton* se apropie de o formă rotundă.

Dispoziţia bulbului este în mod normal oblic ascendentă spre dreapta iar *situaţia* în ortostatism corespunde vertebrei L2, pe partea dreaptă a coloanei.

Contururile sînt formate în incidenţa de faţă de cele două *curburi*, denumite, prin analogie cu curburile corespunzătoare ale stomacului, curbura *mică* (internă), respectiv curbura *mare* (externă). In stare de repleţie completă a bulbului, curburile sint regulate, net conturate, uşor convexe (fig. 251). Prin rotaţie accentuată în OAS, cele două feţe, *anterioară* şi *posterioară*, devin marginale în imagine, formînd contururile organului în această incidenţă.

Bulbul se continuă cranial cu *porţiunea intermediară*, care are în mod obişnuit o lungime de aproximativ 1 cm. Segmentul intermediar se continuă cu duodenul II (descendent), cu care formează o flexură (genunchiul superior).

Umplerea bulbului în cursul examenului se poate produce după ingerarea unei cantităţi mici de bariu; ea este dependentă de tranzitul gastro-piloric şi de starea tonusului bulbar. Evacuarea se produce mai frecvent printr-o contracţie globală, de tip sistolic, mai rar prin contracţii de forma peristaltismului.

7.5.1.2. *Duodenul II* (descendent) are un traiect vertical, paralel cu marginea dreaptă a coloanei vertebrale; el prezintă la nivelul extremităţii inferioare o inflexiune, *genunchiul inferior. Duodenul III* are un traiect orizontal şi se situează în faţa coloanei; el se continuă cu *duodenul IV*, care se uneşte cu prima ansă jejunală, formînd *unghiul duodeno-jejunal* (unghiul Treisubţire).

7.5.1.3. *Relieful* mucoasei duodenale este format din pliuri subţiri, care la nivelul bulbului au o direcţie longitudinală, similară celei a pliurilor antrului gastric. Incepînd cu segmentul intermediar, ele se dispun transversal, perpendicular pe contururi, care capătă un aspect dinţat (fig.252).

7.5.1.4. *Tranzitul* prin cadrul duodenal, care durează în mod normal 60-90 sec., este asigurat prin contraţii de tip peristaltic. Uneori pot apare, mai ales la genunchiul inferior, unde antiperistaltice, care propulsează conţinutul în sens cranial.

7.5.2. Anomaliile congenitale ale duodenului

Anomaliile congenitale ale duodenului pot interesa *calibrul, lungimea* şi *dispozitia* segmentelor sale. Cele mai frecvente anomalii sînt reprezentate de lungimea anormală a segmentului intermediar şi de dispoziţia aberantă a celorlalte diviziuni ale organului, care împiedică formarea unui"cadru" duodenal; acestea sînt deseori urmarea unor defecte complexe de coalescenţă a intestinului (mezenterul comun).

7.5.3. Diverticulii duodenali

Sînt expansiuni circumscrise ale pereţilor organului, în a căror structură pot fi prezente toate straturile parietale, sau numai mucoasa, evaginată prin zonele de rezistenţă scăzută ale pereţilor. Diverticulii pot fi unici sau multipli, de dimensiuni foarte variate; sediul obişnuit este reprezentat de duodenul II şi III.

Radiologic,diverticulul apare ca o opacitate adiţională, de formă rotundă sau ovalară, ataşată de lumenul duode-

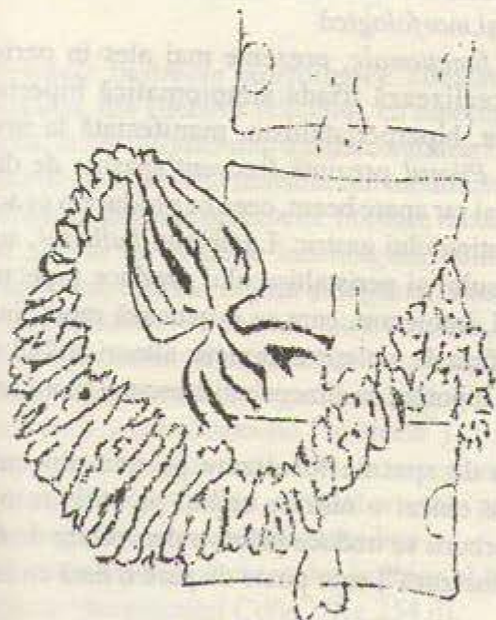


Fig.252. Relief normal al mucoasei duodenale.

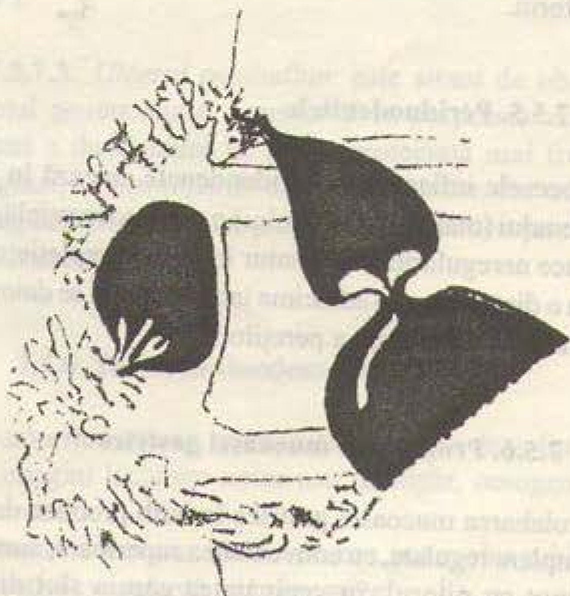


Fig.253. Diverticul duodenal localizat pe D II; prolaps de mucoasă gastrică la baza bulbului.

nal printr-un pedicul sau o bază largă de implantare (fig.253). Alteori se aobservă stratificarea conţinutului, realizînd o imagine hidroaerică.

Contururile diverticulului, de obicei regulate şi nete, pot pierde aceste caractere în prezenţa proceselor inflamatorii înconjurătoare (peridiverticulite).

7.5.4. Duodenitele

Inflamaţiile mucoasei duodenale sînt de obicei secundare ulcerului gastro-duodenal, afecţiunilor hepato-biliare, inflamaţiilor pancreasului şi apendicelui.

Radiologic, ele se taduc prin semne funcţionale şi morfologice. Tulburările *funcţionale* constau iniţial din *hipertonie* (care reduce calibrul duodenului şi al bulbului) şi *hiperkinezie*, manifestată prin tranzit accelerat la nivelul bulbului şi celorlalte segmente. *Hipotonia*, apanaj al formelor mai vechi, produce, dimpotrivă, o creştere de calibru, care la nivelul bulbului poate atinge grade considerabile (megabulbul inflamator).

Prezenţa unei imagini hidroaerice în interiorul bulbului ("bulbul cu nivel") este apreciată de unii drept expresie a hipotoniei.

Staza bulbară sau bipolară (localizată la bulb şi genunchiul inferior) este o manifestare funcţională tardivă, consecutivă diminuării proceselor dinamice cu rol in evacuare.

Modificările *organice* constau din îngroşarea şi dezorganizarea *reliefului* mucoasei, care poate deveni polipoid sau se şterge. *Contururile* devin neregulare, cu dinţături profunde, dispuse asimetric, iar *calibrul* apare îngustat neuniform.

7.5.5. Periduodenitele

Procesele inflamatorii periduodenale creează în jurul duodenului (mai ales al bulbului) o reţea aderenţială, care produce neregularităţi de contur în faza de repleţie; acestea au o dispoziţie şi o adîncime inconstante şi se datorează destinderii neuniforme a pereţilor.

7.5.6. Prolabarea mucoasei gastrice

Prolabarea mucoasei gastrice în bulb produce defecte de umplere regulate, cu convexitatea superioară, simetrice în rapot cu pilorul, în vecinătatea căruia sînt dispuse (fig.253).

7.5.7. Ulcerul duodenal

Localizarea cea mai fecventă a bolii ulceroase, ulcerul duodenal, îşi are sediul în peste 90% cazuri la nivelul bulbului; ulcerele "postbulbare" sînt întîlnite pe segmentul intermediar şi duodenul II.

7.5.7.1. Semnul radiologic *direct*, de certitudine, al ulcerului este reprezentat de *nişă*, care se situează de regulă pe una din feţele bulbului, foarte rar pe curburi.

In incidenţa frontală, nişa localizată pe o faţă a bulbului apare sub forma unei pete opace, rotunde sau ovalare, cu contururi nete, înconjurată de o zonă mai transparentă, datorată edemului periulceros (imagine "în cocardă") (fig.216, fig.254 a). Zona de edem poate fi foarte întinsă, afectînd o porţiune importantă din aria de proiecţie a bulbului, sau poate avea un aspect neuniform, cu discontinuităţi.

Diametrul nişei depăşeşte rareori un centimetru. Pliurile mucoasei duodenale prezintă frecvent o dispoziţie radiară, care marchează convergenţa lor spre nişă (fig.254,a).

Acestă dispoziţie se păstrează şi în perioada de vindecare clinică a ulcerului, datorită modificărilor fibroase cicatriciale.

Prezenţa a două opacităţi, situate în imediata apropiere, traduce concomitenţa a două ulceraţii, situate pe ambele feţe ale bulbului (fig.254 b).

In incidenţa OAS, ulcerul feţelor se prezintă sub forma unei proeminenţe din contur, delimitată în sus şi în jos de cîte o depresiune discretă, expresie a "digului" edematos vecin (fig.254 c). Ulcerele duble ("kissing"-ulcerul) produc imagini asemănătoare pe fiecare dintre feţe.

7.5.7.2. Semnele *indirecte*, însoţitoare, sînt de natură *funcţională* şi *morfologică*.

Semnele *funcţionale*, prezente mai ales în perioada evolutivă, realizează triada simptomatică hipertonie, hipersecreţie, hiperperistaltism, manifestată la nivelul *stomacului*. *Pilorul* prezintă frecvent spasme de durată variabilă, mai rar apare beant, ceea ce produce o evacuare rapidă a conţinutului gastric. La nivelul *bulbului*, accentuarea tonusului şi peristaltismului produce aspectul de bulb iritabil, intolerant, care se evacuează rapid, înainte de a atinge faza de repleţie completă; alteori bulbul apare dimpotrivă, hipoton, de dimensiuni crescute, cu întîrzierea evacuării.

Apariţia de spasme localizate pe una din curburi însoţeşte de obicei o nişă cu sediul pe curbura opusă; spasmul curburii se traduce printr-o denivelare de formă regulată ("incizură") care poate dispare o dată cu imaginea nişei.

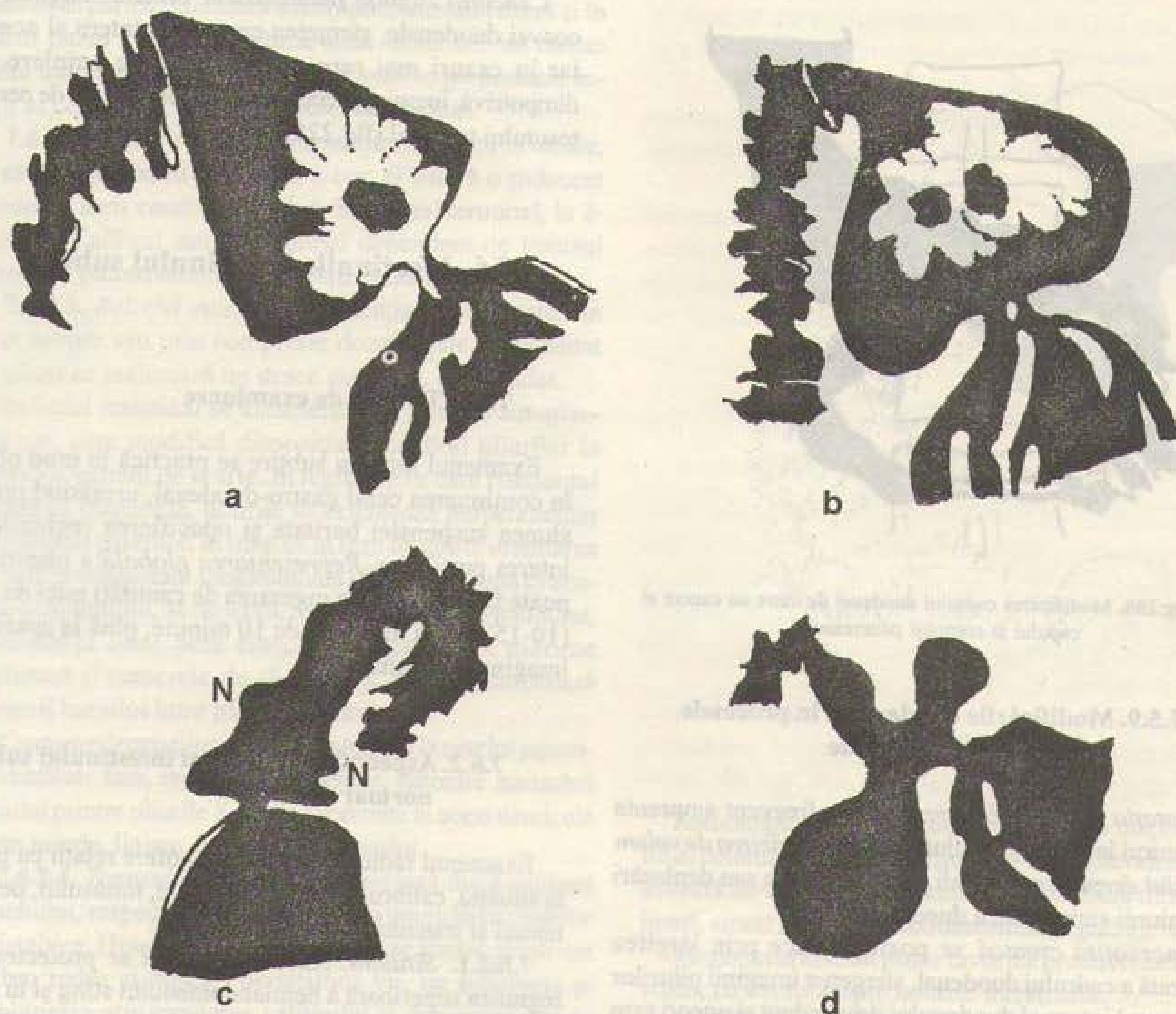


Fig.254. Aspecte radiologice produse de ulcerul duodenal. a: nişă pe faţa posterioară, cu edem periulceros şi convergenţă de pliuri; b: ulcer dublu (imagine de faţă); c: ulcer dublu, cu nişe (N) pe ambele feţe; d: bulb intens deformat cicatricial, cu dilataţie marcată a recesului inferior ("diverticul Colle").

Semnele indirecte morfologice constau, la nivelul *stomacului*, din alterarea reliefului, cu aspecte obişnuite de gastrită; la nivelul *pilorului* din descentrarea lui în raport cu recesurile iar la nivelul *bulbului* din modificări de formă şi dimensiuni, datorate proceselor fibroase retractile.

In ulcerul cu evoluţie îndelungată, bulbul se reduce dimensional, apărînd scurtat şi îngustat. Foarte frecvente sînt modificările de formă, care constau din retracţii parţiale ale contururilor (incizuri), cu caracter definitiv, scurtări ale contururilor, îngustări mediane, urmate de dilatarea recesurilor (aspectul "în treflă") (fig.214,b), îngustarea sau dispariţia unui reces. Intre regiunile îngustate, pereţii bulbului pot suferi, datorită creşterii presiunii interioare, expansiuni pseudodiverticulare.

Dilataţia marcată a recesului inferior al bulbului este denumită "diverticulul Colle" (fig.254,d).

7.5.7.3. *Ulcerul postbulbar* este situat de obicei la nivelul genunchiului superior şi în porţiunea supravateriană a duodenului II. *Nişa*, proiectată mai frecvent marginal, se însoţeşte de devierea pliurilor, dar mai ales de îngustarea calibrului porţiunii din duoden pe care se localizează.

7.5.8. Tumorile duodenului

Tumorile *benigne*, reprezentate mai ales de polipi, produc imagini lacunare unice sau multiple, omogene, net conturate.

Tumorile *maligne*, extrem de rare, pot evolua sub formă infiltrativă, vegetantă sau ulcerative.

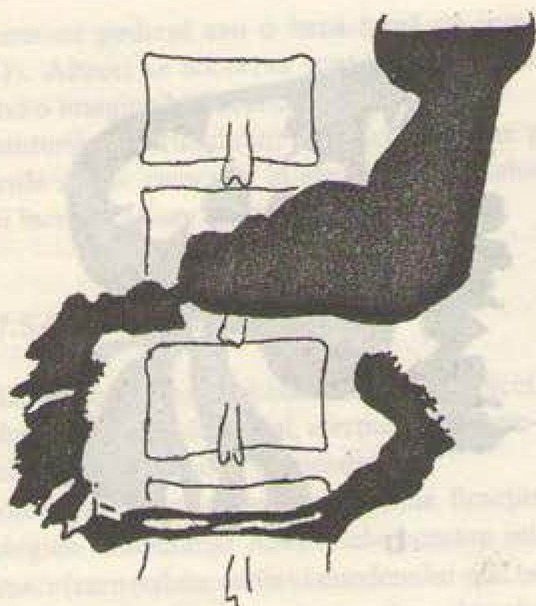


Fig.255. Modificarea cadrului duodenal de către un cancer al capului și corpului pancreasului.

7.5.9. Modificările duodenului în procesele patologice de vecinătate

Dilatația veziculei biliare produce frecvent amprente pe conturul lateral al bulbului, în timp ce *mărirea de volum a lobului drept hepatic* realizează amprente sau deplasări ale regiunii superioare a duodenului II.

Pancreatita cronică se poate traduce prin lărgirea moderată a cadrului duodenal, ștergerea imaginii pliurilor pe conturul intern al duodenului descendent și uneori prin stază duodenală persistentă.

Cancerul capului pancreasului produce lărgirea potcoavei duodenale, ștergerea conturului intern al acesteia iar în cazuri mai rare mici defecte de umplere sau, dimpotrivă, imagini pseudodiverticulare, create de necroza țesutului tumoral (fig.225).

7.6. Afecțiunile intestinului subțire

7.6.1. Tehnica de examinare

Examenul intestin subțire se practică în mod obișuit în continuarea celui gastro-duodenal, urmărind progresiunea suspensiei baritate și opacifierea regiunilor de interes particular. *Reprezentarea globală* a intestinului poate fi obținută prin ingerarea de cantități mici de bariu (10-15 ml), la intervale de 10 minute, pînă la apariția în imagine a cecului.

7.6.2. Aspectul radiologic al intestinului subțire normal

Examenul radiologic trebuie să ofere relații cu privire la situația, calibrul, relieful mucoasei, tonusului, peristaltismul și tranzitul intestinului subțire.

7.6.2.1. *Situația*. Ansele jejunului se proiectează în regiunea superioară a hemiabdomenului stîng și în regiunea periombilicală; cele ale ileonului se situează în mod

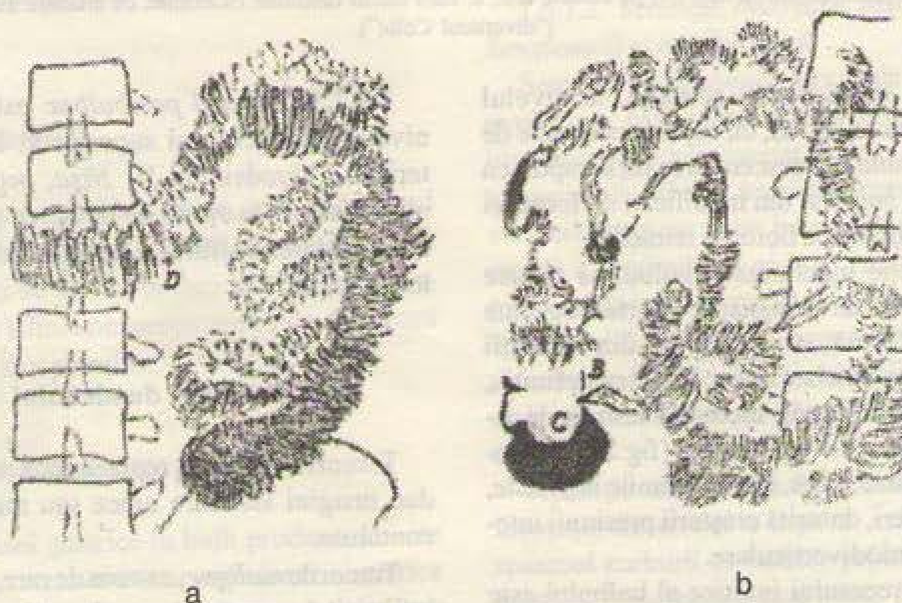


Fig.256. Situația și aspectul reliefului de mucoasă ale jejunului (a) și ileonului (b). D: duoden, C: cec; B: valvula ileo-cecală (Bauhin).

normal în partea inferioară a hemiabdomenului drept şi în micul bazin (fig.256). Ultima ansă ileală are un traiect oblic ascendent în afară, implantîndu-se pe peretele intern al cecului, la nivelul valvulei lui Bauhin.

7.6.2.2. *Calibrul* intestinului subţire măsoară în medie, la nivelul jejunului proximal, 3 cm; el suferă o reducere uşoară în sens caudal, ajungînd, în ileonul terminal, la 2-2,5 cm. Calibrul este substanţial dependent de tonusul pereţilor, putînd manifesta variaţii considerabile.

7.6.2.3. *Relieful mucoasei*, evidenţiat de examenul în strat subţire sau prin compresie dozată, este reprezentat de pliuri ce realizează un desen complex, dar regulat.

Relieful intestinal se caracterizează printr-o autoplastică vie, care modifică dispoziţia şi calibrul pliurilor la intervale extrem de scurte. In regiunile în care conţinutul intestinal stagnează, pliurile se orientează perpendicular pe conturul pereţilor, în timp ce în faza de golire orientarea lor este predominant longitudinală (fig.256). După evacuarea conţinutului, se observă, mai ales la nivelul jejunului, persistenţa unor pete fine, punctiforme, de mărime uniformă ("camerele de digestie"), care se datorează reţinerii bariului între pliurile Kerkring.

Contururile pereţilor intestinali prezintă la nivelul jejunului dinţături fine, regulate şi simetrice, datorate insinuării bariului printre pliurile Kerkring prezente la acest nivel; ele devin netede, liniare, în regiunea ileonului.

7.6.2.4. *Tonusul* şi *cinetica* se apreciază după calibrul lumenului, respectiv după frecvenţa şi amploarea undelor peristaltice. Hipertonia şi hiperkinezia se traduc printr-un calibru redus si mişcări peristaltice vii, iar hipotonia şi hipokinezia prin creşterea calibrului şi diminuarea peristaltismului.

7.6.2.5. *Tranzitul* prin intestinul subţire se efectuează într-un ritm extrem de variat; în mod obişnuit, capul coloanei baritate atinge valvula ileo-cecală la 3-4 ore de la ingestie iar evacuarea completă a intestinului necesită 6-8 ore.

7.6.3. Anomaliile congenitale

Crează stări cu răsunet clinic diferit: unele sînt foarte bine tolerate, fiind descoperite întîmplător, altele produc tulburări de tranzit sau complicaţii de factură variată.

7.6.3.1. *Mezenterul comun* este o anomalie ce rezultă din rotaţia incompletă sau în sens invers a intestinului primar. Mezenterul primitiv nu se mai segmentează în diferite mezouri, el rămînînd o formaţiune comună intestinului subţire şi colonului. Primul ocupă partea dreaptă şi centrul abdomenului, al doilea este situat în stînga acestuia.

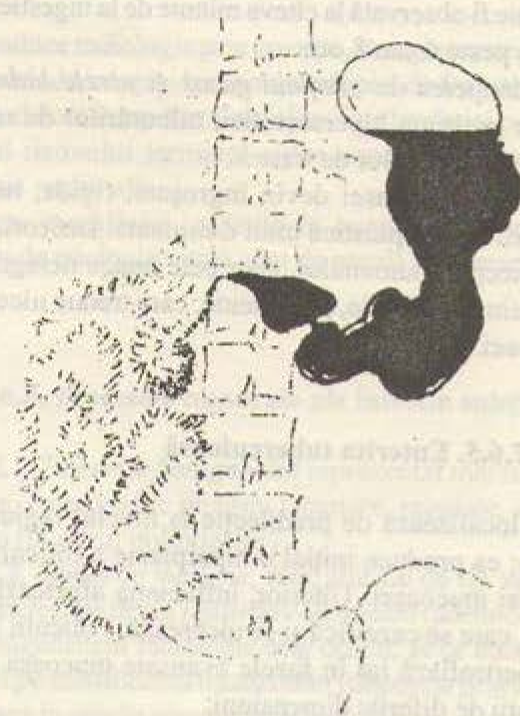


Fig.257. Mezenter comun.

Radiologic, unghiul duodeno-jejunal şi unghiul hepatic al colonului lipsesc; porţiunea a III-a a duodenului este absentă iar duodenul descendent se continuă direct cu jejunul, situat în dreapta abdomenului (fig.257).

Mezenterul comun poate favoriza producerea unui volvulus, cu evoluţie spre ocluzie intestinală.

7.6.3.2. *Diverticulii* intestinului subţire produc imagini opace rotunde, de obicei multiple, de dimensiuni variabile, situate pe contururile organului.

Diverticulul Meckel rezultă din persistenţa parţială a canalului omfalo-vitelin; este situat în porţiunea terminală a ileonului, la o distanţă de 20-50 cm de valvula ileo-cecală.

Radiologic, se traduce, după opacifierea cu bariu, printr-o opacitate alungită, terminată în fund de sac, implantată pe o ansă ileală.

7.6.4. Enteritele nespecifice

Se traduc radiologic prin modificări polimorfe, de ordin funcţional şi morfologic, deseori greu de descoperit şi de interpretat, a căror manifestare depinde de stadiul evolutiv şi gravitatea leziunilor prezente.

Hipertonia şi *hipotonia* se traduc prin îngustarea, respectiv lărgirea calibrului unor anse intestinale. *Tranzitul*, dependent de intensitatea peristaltismului, poate fi

accelerat sau întîrziat; pătrunderea substanţei baritate în cec poate fi observată la cîteva minute de la ingestie; alteori întîrzie peste 6 sau 8 ore.

Evidenţierea de *conţinut gazos* şi *nivele hidroaerice* traduce prezenţa hipersecretiei, tulburărilor de resorbţie intestinală şi a celor de tranzit.

Pliurile mucoasei devin îngroşate, rigide, neregulat dispuse, cu autoplastica mult diminuată. Deseori, pe aria de proiecţie a lumenului, apar pete opace neregulate, de dimensiuni variabile, persistente, care traduc ulceraţii ale mucoasei.

7.6.5. Enterita tuberculoasă

Se localizează de predilecţie la nivelul regiunii ileocecale; ea produce iniţial o hiperplazie a foliculilor limfatici ai mucoasei. Ulterior, inflamaţia afectează plăcile Payer, care se cazeifică şi se ulcerează. Foliculii limfatici se hipertrofiază iar în fazele avansate mucoasa prezintă ulceraţii de diferite dimensiuni.

Radiologic, perioada incipientă de evoluţie este dominată de *modificări funcţionale*: tonusul intestinului prezintă alterări exprimate, constînd mai ales din *hipertonie*, ce afectează porţiuni întinse ale organului, sau din alternanţe de anse hipotone cu altele hipertone; *hiperperistaltismul* însoţeşte deseori starea de hipertonie, provocînd un tranzit accelerat.

Procesele spastice afectează frecvent valvula ileocecală, ultima ansă ileală şi deseori cecul.

Lipsa de opacifiere a cecului şi regiunii proximale a ascendentului, datorată proceselor spastice sau retractil-fibroase constituie semnul lui Stierlin (fig.258 a)

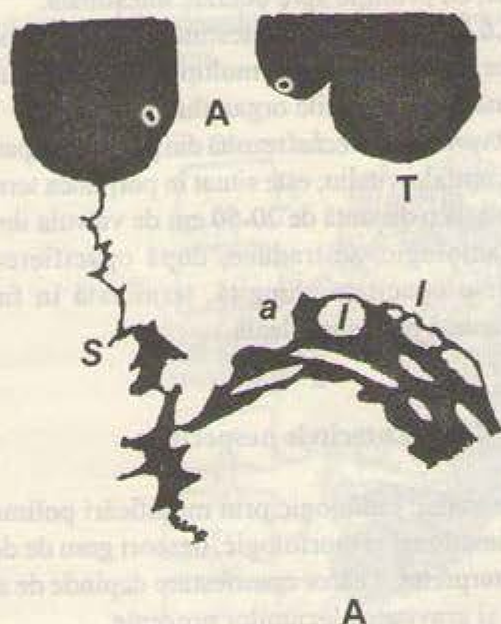
Modificările morfologice constau iniţial din *imagini lacunare*, rotunde sau ovalare, proiectate în lumenul ileonului sau pe contururile lui, produse de hiperplazia foliculilor limfatici şi a plăcilor Payer.

In mod aproape constant, pe conturul superior al ileonului, la cîţiva cm. de valvula ileo-cecală, apare o imagine lacunară întinsă (sugerînd uneori o amprentă), "nodulul de alarmă Marina FIol", care este o placă Payer hiperplazică (fig.258 a).

Intr-o etapă următoare se constată apariţia ulceraţiilor de dimensiuni variabile, care produc dinţături ale contururilor sau pete neregulate opace, proiectate peste un relief al mucoasei îngroşat, dezorganizat. Ulceraţiile profunde, produse la nivelul plăcilor Payer, realizează uneori veritabile imagini de *nişe*.

Procesele stenozante, datorate retracţiei fibroase a pereţilor, ce apare în etapele evolutive tardive, se traduc prin îngustări neregulate de lumen, uneori extinse pe mari porţiuni (fig.258 a). La nivelul cecului ele pot crea false imagini tumorale, sugerînd prezenţa unor formaţiuni vegetante.

Perioada evolutivă finală se caracterizează prin apariţia *aderenţelor*, care fixează ansele ileale, producînd cuduri fixe, rigide, ce îngreunează considerabil tranzitul.



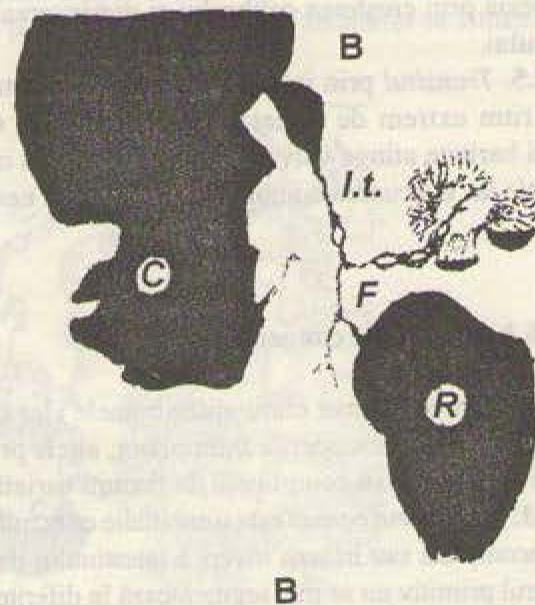


Fig.258. Aspecte radiologice create de enterita tuberculoasă şi ileita terminală Crohn. a.tuberculoză ileocecală. I: ileon terminal; l:imagini lacunare; a:amprentă pe conturul superior al ileonului; S:stenoza cecului şi ascendentului proximal; A:colon ascendent; T:colon transvers. b.ileită terminală Crohn: I.t.: ileon terminal; C:cec; B:valvula ileocecală; R:rect; F:fistulă ileo-rectală.

7.6.6. "Ileita terminală" (boala Crohn)

Afecţiune de etiologie obscură, cu o patogenie în care sînt implicaţi în mare măsură factori alergici, boala Crohn afectează iniţial şi cu predominanţă ileonul terminal. Destul de frecvent sînt însă observate şi localizări la nivelul altor regiuni ileale, la nivelul cecului şi colonului.

Examenul radiologic evidenţiază în faza evolutivă iniţială modificări *funcţionale* ale ansei ileale terminale, constînd mai ales din *hipotonie* şi *stază*.

Modificările *morfologice* apar relativ tîrziu şi constau din *atrofia pliurilor mucoasei*, *infiltraţia* pereţilor, care transformă ileonul terminal într-un tub rigid, apariţia de imagini *lacunare multiple*, expresie a hipertrofiei foliculilor limfatici ai mucoasei şi plăcilor Payer, şi din *ulceraţii*, care produc un contur neregulat, dinţat, al ileonului şi cecului.

Faza evolutivă tardivă este dominată de procese de fibroză retractilă, care produc *îngustarea* neregulată a lumenului (uneori prin retracţia rigidă a unui singur contur) şi apariţia de *stenoze*. Segmentul afectat este total lipsit de peristaltism, iar ansele situate deasupra regiunilor stenozate apar dilatate, hipotone, cu stază durabilă. Porţiunea subvalvulară a cecului este redusă dimensional şi prezintă neregularităţi de contur (fig.258,b). *Fistulele* şi procesele de *periviscerită*, care fixează segmentele afectate, reprezintă complicaţii frecvente în cursul unei evoluţii îndelungate.

7.6.7 Ileita foliculară

Se traduce radiologic prin apariţia, în regiunea terminală a ileonului, de imagini lacunare multiple, de formă rotund-ovalară, datorate hipertrofiei foliculilor limfatici parietali. Calibrul ileonului terminal apare uşor lărgit, traducînd hipotonia regională.

Aceste modificări, apărute în cursul evoluţiei unor afecţiuni de etiologie virală, sînt de regulă total reversibile.

7.6.8. Procesele tumorale ale intestin subţire

7.6.8.1. *Tumorile benigne* sînt reprezentat mai frecvent de *polipi*, care produc imagini lacunare, regulate, deseori multiple (în cazul polipozelor).

7.6.8.2. *Tumorile maligne*, rare, sînt fie de tip *vegetant* (limfoamele), fie de tip *infiltrativ-stenozant* (adenocarcinomul). Diagnosticul radiologic este dificil; el se bazează în principal pe modificarea traanzitului (distensia prin hipotonie şi staza în ansele suprajacente leziunii).

7.7. Afecţiunile apendicelui cecal

Opacifierea cu substanţă de contrast a apendicelui se poate obţine în cursul examenului standard al intestinului şi colonului (prin administrare per orală sau prin clismă a

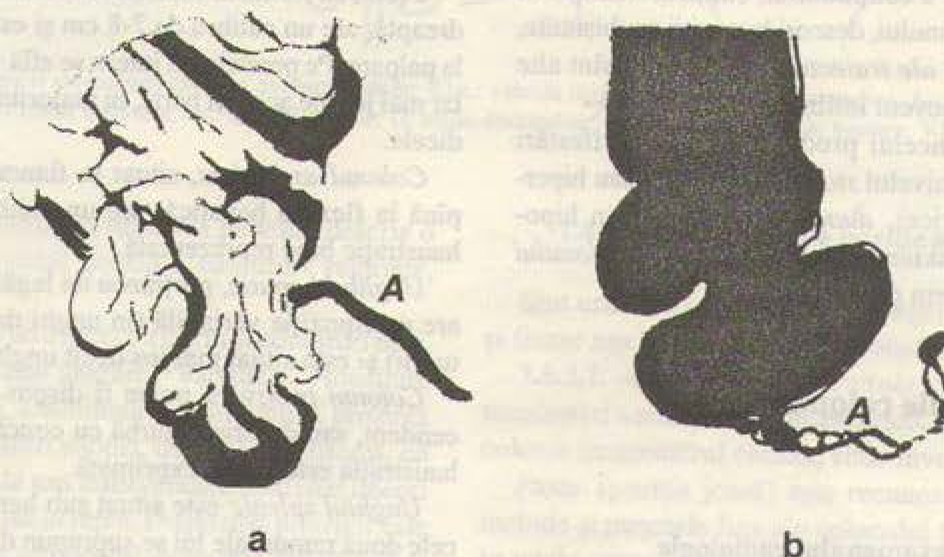


Fig. 259. Imagini radiologice ale apendicelui cecal. a. aspect radiologic normal (examen cu compresie al regiunii ceco-apendiculare); b.aspect radiologic produs de inflamaţia cronică a apendicelui (bază largă de implantare, calibru neuniform, opacifiere neomogenă).

substanţei baritate); ea poate fi evidenţiată examinînd regiunea ileo-cecală la 4-8 ore de la ingestie, sau la 24 de ore, o dată cu investigarea colonului. In cursul irigoscopiei, umplerea cu bariu a apendicelui se poate realiza efectuînd un masaj uşor al regiunii cecului.

Pentru opacifierea mai sigură a organului este practicată *tehnica Czeppa*, care constă din administrarea, o dată cu suspensia baritată, a unei cantităţi de 5-10 g sulfat de sodiu; examenul regiunii ceco-apendiculare se efectuează la 8 ore de la administrare.

7.7.1. Aspectul radiologic al apendicelui normal

Este acela al unui organ tubular, cu calibru de 4-6 mm, cu lungimea de 5-10 cm, inserat pe conturul medial al cecului sau pe faţa posterioară a acestuia, puţin deasupra regiunii fundice (fig.259 a). *Omogenitatea* opacifierii, *uniformitatea* calibrului şi *mobilitatea* (la compresie) sînt principalele trăsături ale stării normale; lungimea şi traiectul sînt supuse unor variaţii individuale largi.

7.7.2. Aspecte patologice

Aspectele patologice, create în marea majoritate a cazurilor de inflamaţiile cronice, sînt foarte variate şi deseori greu de interpretat. Ele constau din *lipsa de opacifiere*, *opacifierea incompletă* sau, dimpotrivă, *persistenţa opacifierii* peste 24-48 ore (datorată stazei). *Lipsa de omogenitate* a conţinutului, *calibrul neuniform* şi mai ales *fixarea* organului, deseori în poziţii neobişnuite, însoţită de *modificări ale traiectului* (fig.259,b) sînt alte aspecte patologice frecvent întîlnite.

Inflamaţiile apendicelui produc deseori manifestări reflexe patologice la nivelul *stomacului* (hipo- sau hiperkinezie, spasme pilorice), *duodenului* (stază prin hipotonie), *intestinului* (diskinezie), *cecului* (stază) şi *colonului* (tulburări de tranzit prin diskinezie).

7.8. Afecţiunile colonului

7.8.1. Tehnica examenului radiologic

Examinarea colonului la un interval de 24 ore *după administrarea orală* a suspensiei baritate, practicată de rutină, oferă date cu privire la desfăşurarea *tranzitului*; opacifierea fragmentară a lumenului nu permit însă, de regulă, evaluarea stării morfologice a pereţilor organului. Tehnica de elecţie consacrată acestui obiectiv este *irigoscopia* (completată de irigografie), realizată prin introducerea suspensiei baritate pe cale rectală (prin clismă).

Primul timp al irigoscopiei (respectiv al examenului irigografic) este reprezentat de explorarea în repleţie (fig.205, a), care evidenţiază *lungimea*, *calibrul*, *dispoziţia* şi *contururile* segmentelor colonului; el este urmat de examenul *în strat subţire*, efectuat după evacuarea în cea mai mare parte a substanţei de contrast, examen care permite studiul *reliefului* mucoasei (fig.261). In numeroase cazuri, devine necesar (mai ales în vederea evaluării continuităţii contururilor) examenul cu *dublu contrast* (proba Fischer), după insuflarea colonului evacuat de bariu cu o cantitate de aer (fig.205,b).

7.8.2. Aspectul radiologic al colonului normal

Examenul în repleţie evidenţiază *dispoziţia* diferitelor segmente ale colonului, situate în linii mari la periferia abdomenului, realizînd în ansamblu *cadrul colonic* (fig.260). In condiţii normale, opacifierea este omogenă, iar *contururile* prezintă, mai ales în segmentele proximale, adînciturí caracteristice, datorate contracţiei musculaturii circulare, *haustrele*, care fragmentează incomplet lumenul. *Calibrul* descreşte uniform în sens cranio-caudal, prezentînd o lărgire evidentă la nivelul rectului (ampula rectală).

Cecul, cu formă în fund de sac, este dispus în fosa iliacă dreaptă; are un calibru de 7-8 cm şi este uşor mobilizabil la palpare. Pe peretele lui intern se află valvula ileo-cecală, iar mai jos, pe aceeaşi parte, în majoritatea cazurilor, apendicele.

Colonul ascendent, situat în flancul drept, se întinde pînă la flexura hepatică; are un calibru de 6-7 cm şi o haustraţie bine reprezentată.

Unghiul hepatic, porţiunea de legătură cu transversul, are o dispoziţie variabilă (în unghi drept, ascuţit sau rotunjit) şi este situat mai jos decît unghiul splenic.

Colonul transvers poate fi dispus orizontal, uşor ascendent, sau descrie o curbă cu concavitatea superioară; haustraţia este foarte exprimată.

Unghiul splenic este situat sub hemidiafragmul stîng, cele două ramuri ale lui se suprapun deseori şi pot fi individualizate numai în incidenţa OAS.

Colonul descendent, dispus în flancul stîng, are un calibru redus în raport cu transversul şi o haustraţie puţin evidentă.

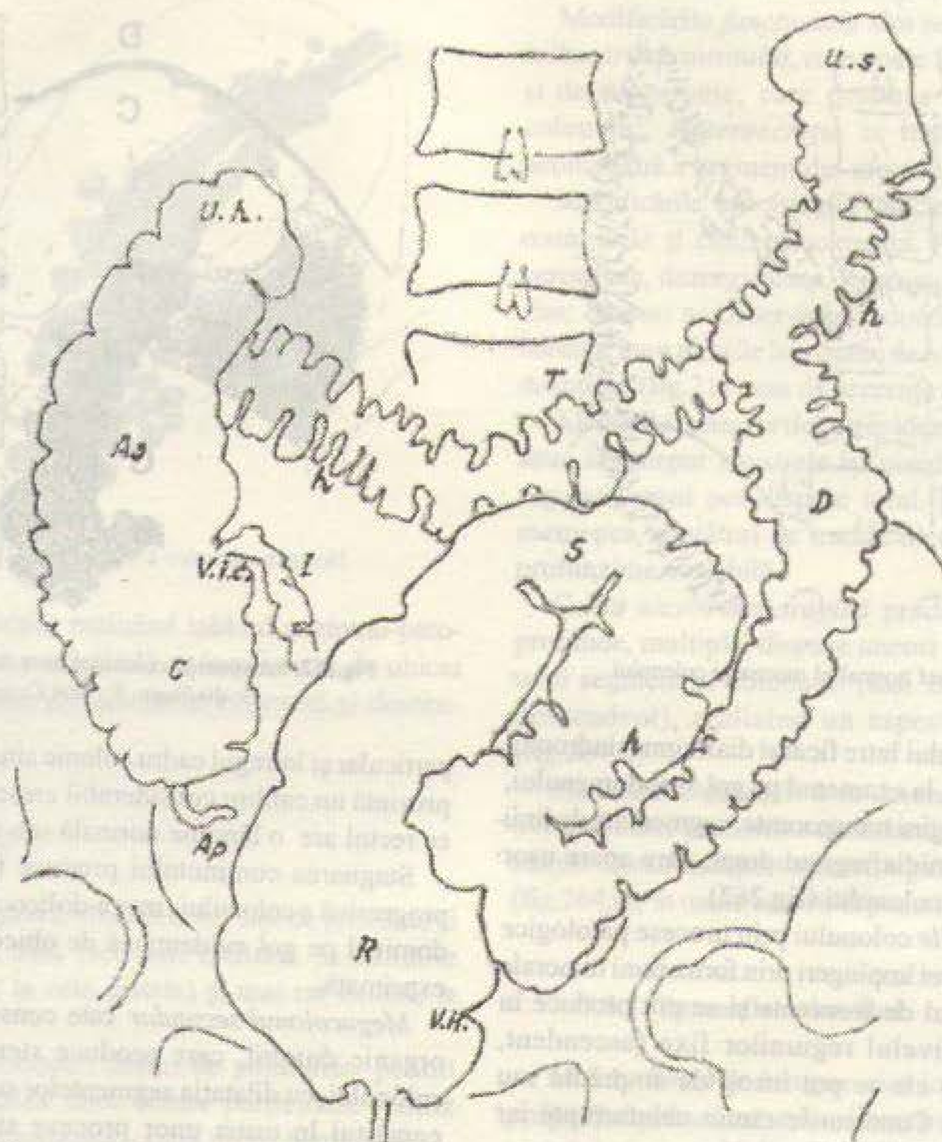


Fig.260. Dispoziția și segmentele cadrului colonic. I: ileon; V.i.c.: valvula ileo-cecală; C: cec; Ap: apendice; As: colon ascendent; Uh: unghiul hepatic; T: colon transvers; Us: unghiul spelnic; D: colon descendent; S: sigmoid; R: rect; h: haustre; V.H.: valvulă Houston.

Colonul sigmoid, situat în regiunea pelvină, descrie o sinuozitate caracteristică; prezintă conturuni regulate, lipsite de haustre.

Ampula rectală are un aspect piriform și conturuni nete, pe care se disting incizuri laterale ("valvulele" Houston).

Mucoasa colonului, examinată în strat subțire, prezintă un *relief* format din pliuri subțiri, de calibru uniform, cu dispoziție longitudinală sau transversală, realizînd uneori un desen arborescent sau în rețea. Dispoziția pliurilor este variabilă în funcție de segmentul examinat, haustrația și momentul funcțional surprinse (fig.261).

Pereții colonului sînt reprezentați la examinarea în dubul contrast printr-un lizereu opac fin, care nu prezintă discontinuități (fig.205,b).

7.8.3. Modificările de poziție ale colonului

Sînt urmarea unor anomalii congenitale de dezvoltare și fixare sau a unor afecțiuni dobîndite.

7.8.3.1. *Anomaliile congenitale de poziție* recunosc maniestări variabile; ele interesează uneori întreg cadrul colonic (mezenterul comun, situs inversus).

Ptoza (poziția joasă) este recunoscută ca atare dacă include și punctele fixe ale colonului (cele două flexuri). In unele cazuri, ptoza afectează numai colonul drept (cu unghiul hepatic).

Un număr relativ mare de anomalii de poziție interesează *cecul*, care poate forma angulații cu ascendentul, situîndu-se în dreapta sau în stînga acestuia.

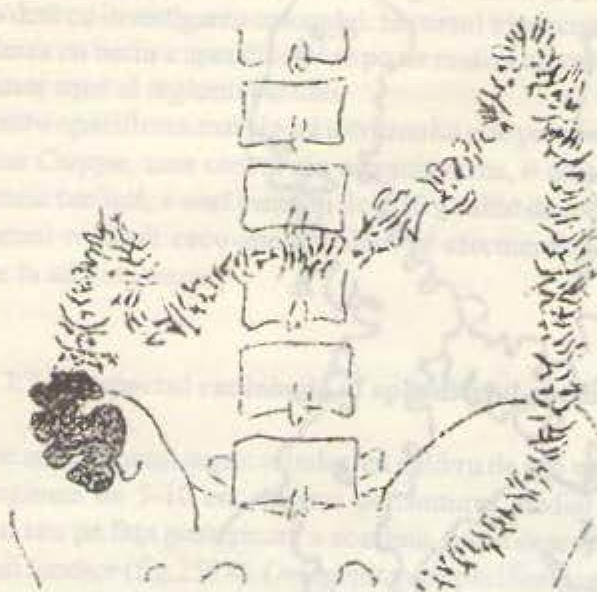


Fig.261. Relief normal al mucoasei colonului.

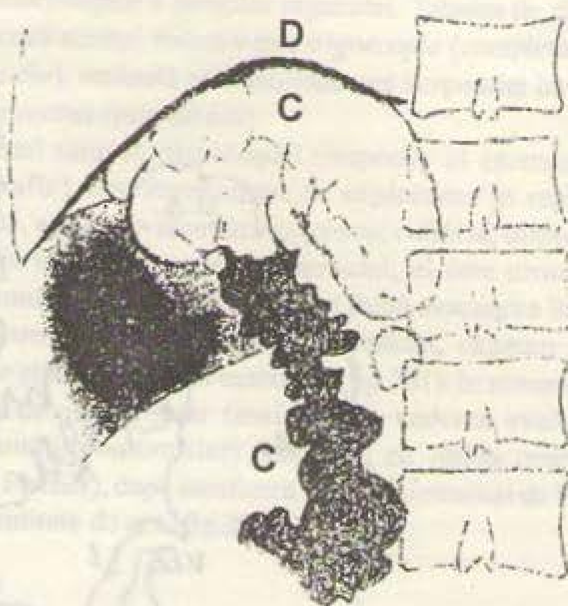


Fig.262. Interpoziţia colonului între ficat şi diafragm.
D: diafragm; F: ficat;C: colon.

Interpoziţia colonului între ficat şi diafragm (sindromul Chilaiditi) se traduce, la examenul pe gol al abdomenului, prin apariţia unei imagini transparente, segmentată de linii transversale, sub hemidiafragmul drept, care apare uşor dilatat prin distensia colonului (fig.262).

7.8.3.2. *Deplasările* colonului prin procese patologice de vecinătate (de obicei împingeri prin formaţiuni tumorale expansive) sînt destul de frecvente şi se pot produce în orice direcţie; la nivelul regiunilor fixe (ascendent, descendent, flexuri) ele se pot însoţi de amprente sau reduceri de calibru. Contururile rămîn neîntrerupte iar pliurile mucoasei apar deviate.

7.8.4. Modificările dimensionale

7.8.4.1. *Dolicocolonul* repezintă o anomalie constînd din lungimea anormală a unui segment al colonului sau a acestuia în întregime. Se asociază frecvent cu o aerocolie marcată, vizibilă la examenul abdominal pe gol.

Irigoscopia evidenţiază lungimea anormală a porţiunii interesate şi formarea unor bucle suplimentare cu dispoziţii variate.

7.8.4.2. *Megacolonul*, caracterizat prin calibrul mult crescut al organului, recunoaşte cauze şi manifestări diferite.

*Megacolonul congenital (*boala Hirschprung) este considerat în mod obişnuit ca fiind urmarea achalaziei recto-sigmoidiene, produsă de o distonie aganglionară (lipsa de dezvoltare a plexului mienteric). Sigmoidul în particular şi întregul cadru colonic situat deasupra acestuia prezintă un calibru considerabil crescut (fig.213), în timp ce rectul are o lărgime normală sau uşor redusă.

Stagnarea conţinutului produce treptat şi o alungire progresivă a colonului (mega-dolicocolon). Examenul abdominal pe gol evidenţiază de obicei o aerocolie foarte exprimată.

Megacolonul secundar este consecinţa unui obstacol organic durabil, care produce stenoza unei regiuni a colonului, cu dilataţia segmentelor suprajacente. Se poate constitui în urma unor procese stenozante de natură inflamatorie sau tumorală.

7.8.5. Diverticulii colonului

Sînt descoperiţi relativ frecvent, mai ales la adult, la care se complică cu fenomene inflamatorii, cu simptomatologie clinică uneori zgomotoasă, datorită conţinutului lor septic. Sînt rareori unici, de regulă multipli, cu dimensiuni variabile (de la cîţiva mm la mai mulţi cm diametru).

Radiologic, diverticulii apar sub forma unor opacităţi adiţionale, rotunde sau ovalare, dispuse în vecinătatea lumenului colonului de care se leagă printr-un pedicul vizibil pe imagine (fig.263); acestea persistă de obicei după evacuarea colonului de suspensia baritată.

Forma regulat rotundă caracteristică se alterează în urma proceselor inflamatorii parietale, care produc, pe lîngă neregularităţi de contur, şi o umplere neomogenă.

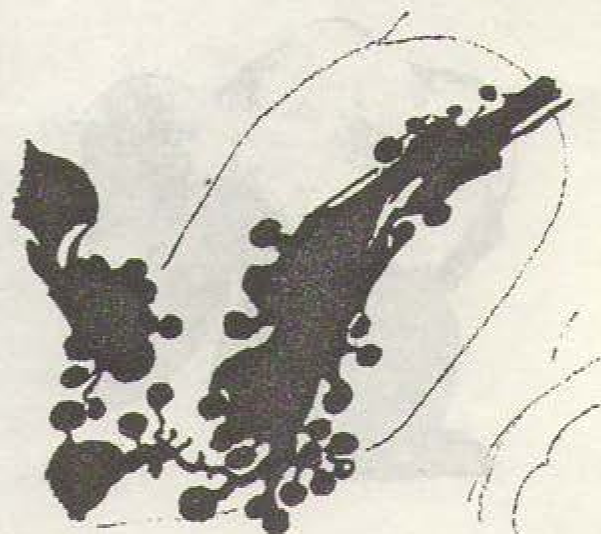


Fig.263. Diverticuloză a colonului sigmoid.

Diverticulii multipli, realizînd tabloul anatomo-patologic al *diverticulozei* (fig.263) se localizează de obicei pe segmentele distale ale colonului (sigmoid şi descendent).

7.8.6. Colitele

Procesele inflamatorii ale colonului sînt de gravitate şi întindere diferite, mai frecvent limitate la anumite segmente (mai ales la cele distale) şi mai rar extinse la întregul organ.

Manifestările lezionale, destul de polimorfe, permit totuşi individualizarea unor forme particulare (colita catarală, colita membranoasă, colita ulcerohemoragică).

Radiologic, colitele se traduc prin modificări de ordin *funcţional* şi de ordin *morfologic*.

Modificările *funcţionale* sînt reprezentate mai ales de *tulburările tranzitului*, care poate fi accelerat sau întîrziat, şi de *hipertonie*, care produce îngustarea calibrului colonului. *Hipersecreţia* se traduce prin opacifierea neomogenă a segmentului afectat.

Modificările *morfologice* afectează *relieful* mucoasei, *contururile* şi *calibrul* colonului. Pliurile mucoasei devin neregulate, dezorganizate, îngroşate, cu contururile imprecise; deseori se observă pete opace produse de reţinerea bariului între pliurile îngroşate, de aderenţa lui la depozitele de mucus (fig.212) sau de prezenţa de mici ulceraţii.

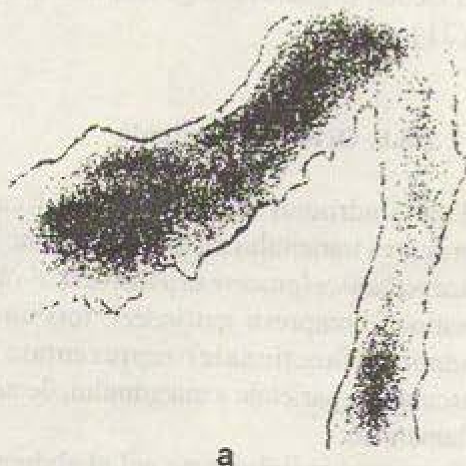
Alterările *contururilor* se evidenţiază, în formele avansate; la început haustrele îşi pierd simetria şi dispoziţia regulată, apoi pot dispare total. Pe contururi apar, de asemenea, dinţături ce traduc ulceraţii ale pereţilor, de profunzime variabilă.

Colita ulcero-hemoragică produce ulceraţii parietale profunde, multiple, dispuse uneori pe porţiuni întinse ale unui segment al colonului (mai frecvent pe sigmoid şi descendent), realizînd un aspect pseudodiverticular (fig.264 b).

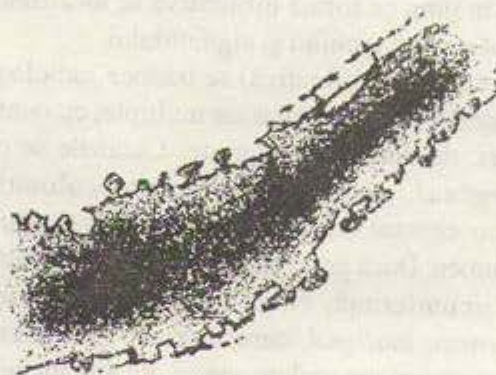
Modificările de *calibru* se datorează, în stadiile evolutive avansate, proceselor cicatriceale retractile. Segmentul afectat capătă un aspect tubular, rigid, fără haustraţii şi relief (fig.264,a); în unele cazuri, el poate apare scurtat.

7.8.7. Tumorile colonului

7.8.7.1. *Tumorile benigne* sînt în marea lor majoritate *polipi*. Polipul *solitar* se localizează mai frecvent la nivelul rectului şi sigmoidului. Radiologic, produce o imagine



a



b

Fig.264. Aspecte radiologice produse de colite avansate. a: colită profundă gravă, cu dispariţia reliefului şi rigiditatea pereţilor; b: colită ulcerohemoragică.

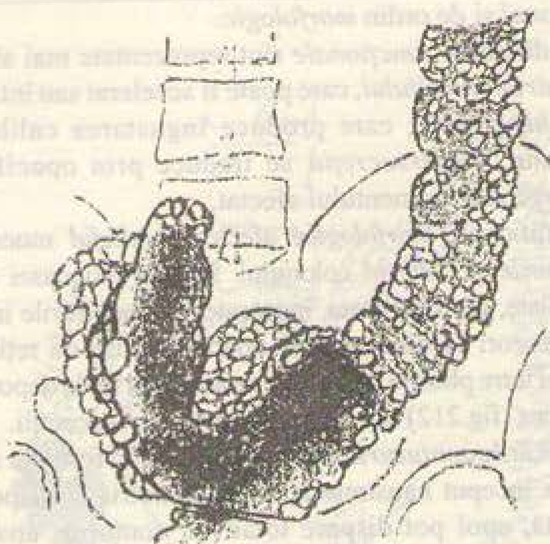


Fig.265. Polipoză generalizată a colonului.



Fig.266. Cancer vegetant al flexurii hepatice; lacună centrală, cu relief malign şi ulceraţie.

lacunară de formă rotundă, regulată, cu conturuti nete, de dimensiuni variabile; supleţea pereţilor vecini este păstrată.

In *polipoza rectocolonică* generalizată, lumenul întregului colon prezintă imagini lacunare multiple, de regulă de dimensiuni mici, mai numeroase în segmentele distale (fig.265). Pereţii colonului rămîn supli iar la examenul cu dublu contrast nu prezintă întreruperi ale contururilor.

7.8.7.2. *Tumorile maligne.* Cancerele colonului sînt în marea lor majoritate adenocarcinoame, care realizează macroscopic forme *vegetante* sau *infiltrative*; leziuni *ulcerative* se pot asocia în fiecare din aceste forme.

Prezenţa celor două forme macroscopice este posibilă la nivelul oricărui segment al colonului; incidenţa formei vegetante este însă mai mare la nivelul cecului şi colonului ascendent, în timp ce forma infiltrativă se localizează mai frecvent la nivelul rectului şi sigmoidului.

Forma vegetantă (proliferativă) se traduce radiologic prin imagini *lacunare*, unice, mai rar multiple, cu contur neregulat, şters, de dimensiuni variate. Lacunele se pot proiecta *marginal*, cu baza pe conturul colonului (fig.215c), sau central (fig.266), ocupînd o porţiune variabilă din lumen. Dacă procesul proliferativ se dezvoltă pe întreaga circumferinţă, el realizează o îngustare a calibrului, *stenoza malignă*, caracterizată prin poziţie excentrică şi contururi neregulate, şterse. Pe aria imaginii lacunare se proiectează opacităţi liniare neregulate, cu dispoziţie anarhică, constituind *reliefııl malign* (fig.215,c; fig.266). Examenul cu dublu contrast evidenţiază întreruperea conturului parietal în zona de dezvoltare a tumorii.

Forma infiltrativă se manifestă radiologic iniţial prin apariţia unei zone de *rigiditate* parietală. Conturul rigid devine rectilin şi este lipsit de motilitate; ulterior el apare şters, uşor neregulat, prin prezenţa de mici dinţături. Studiul reliefului pune în evidenţă un aspect dezorganizat al pliurilor sau dispariţia acestora.

In stadiile avansate se produce *stenoză axială* a lumenului, la nivelul căreia pereţii apar rigizi, inextensibili, cu neregularităţi de contur. Istmul creat de stenoză are o lungime variabilă şi un calibru neuniform (fig.214'a); în cursul evoluţiei el devine filiform, păstrînd axul organului.

Leziunile ulcerative apar frecvent în formele vegetante sau infiltrative mult avansate. Ele realizează radiologic aspecte de *nişe maligne*, dispuse pe aria de proiecţie a unei lacune (fig.266) sau pe conturul unei zone infiltrate (fig.214,a).

7.8.8. Ocluzia intestinală

Este sindromul morfo-funcţional caracterizat prin suprimarea tranzitului intestinal; el poate fi determinat de cauze *mecanice* (procese expansive dezvoltate din lumenul intestinal, compresii extrinseci, torsiuni, aderenţe) sau *dinamice* (funcţionale) reprezentate de pareze ale musculaturii parietale a intestinului, de natură reflexă sau inflamatorie.

Examenul radiologic pe gol al abdomenului, efectuat în ortostatism, evidenţiază în primele ore de la insalarea ocluziei acumularea de gaze în ansele siuate deasupra

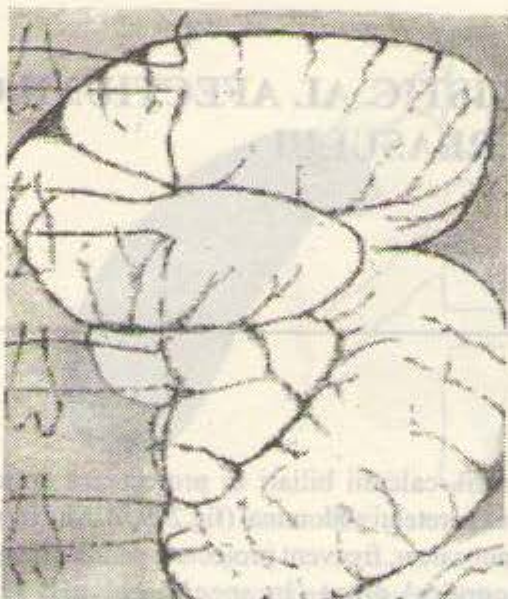


Fig.267. Stenoză jejunală. Ansă destinsă prin conţinut gazos.

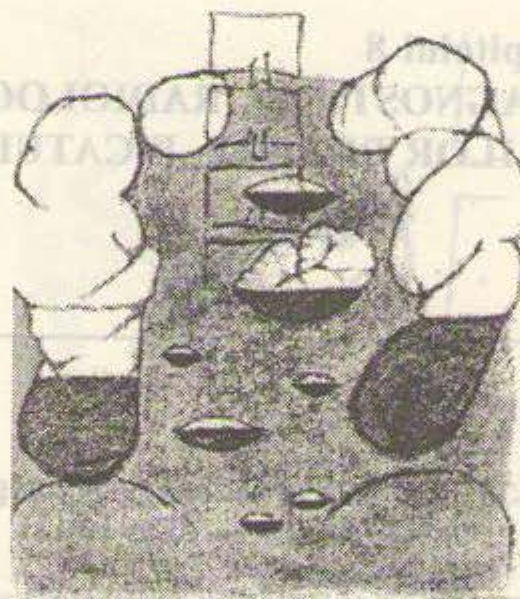


Fig.268. Stenoză tumorală a sigmoidului. Multiple imagini hidroaerice, aparţinînd intestinului subţire şi colonului.

zonei obstruate (fig.267); ulterior, aspectul radiologic este dominat de prezenţa *imaginilor hidroaerice*.

In cazul obstacolelor localizate la nivelul colonului, acestea sînt dispuse în flancuri, au un număr restrîns (2-3), o formă ovalară, cu diametrul mare dispus vertical (fig.268). In ocluziile cu sediul pe ileon, imaginile hidroaerice se proiectează cu predominanţă în regiunea abdominală centrală şi au o formă ovalară, cu diametrul mare dispus orizontal; pe zona transparentă a imaginii se proiectează opacităţi liniare fine, reprezentînd pliuri ale mucoasei destinse. In ocluziile cu sediu jejunal, imagini cu aceleaşi caractere se evidenţiază în regiunea superioară a hemiabdomenului stîng.

In ocluziile mecanice cu localizare joasă şi mai ales în ileusul paralitic, imaginile se pot intrica, apărînd în mai multe regiuni ale abdomenului (fig.268).

Examenul cu substanţă de contrast, care nu trebuie practicat decît *prin clismă*, poate preciza dacă obstacolul se găseşte la nivelul colonului şi, în funcţie de forma stenozei, natura acesteia. Dacă opacifierea este completă pe toată întinderea cadrului colonic, obstacolul se găseşte la nivelul intestinului subţire, sau ocluzia este de natură funcţională.

Capitolul 8
DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ŞI IMAGISTIC AL AFECŢIUNILOR CĂILOR BILIARE, FICATULUI ŞI PANCREASULUI

8.1. Diagnosticul radiologic şi imagistic al colecistului şi căilor biliare extrahepatice

8.1.1. Investigarea radiologică. Tehnici de examinare

In explorarea radiologică a colecistului şi căilor biliare sînt utilizate *radiografia simplă* (pe gol) a regiunii superioare a hemiabdomenului drept şi numeroase tehnici bazate pe *opacifierea* lor cu substanţe de contrast organo-iodate, administrate pe cale orală, intravenoasă, sau în cursul unor manevre chirurgicale.

8.1.1.1. *Radiografia abdominală simplă* este primul examen care se practică în mod obişnuit; ea pune în evidenţă conturul marginii inferioare a ficatului şi prezenţa, la nivelul regiunii hipocondrului drept, a unor eventuale imagini opace, care pot fi produse de calculi biliari. Vezicula biliară se poate evidenţia numai dacă prezintă calcificări parietale întinse sau dacă bila pe care o conţine este foarte bogată în săruri de calciu ("bila calcică").

După evidenţierea imaginilor opace pe radiografia de faţă, este utilă o radiografie de profil a regiunii, care precizează poziţia anterioară sau posterioară a formaţiunilor cu conţinut calcar, dînd astfel indicaţii asupra apartenenţei probabile a acestora la organele biliare, respectiv la căile urinare.

Prezenţa aerului în căile biliare (aerobilia) este rar observată, după unele intervenţii chirurgicale.

Calculii biliari radioopaci sînt cei care conţin în cantitate mare săruri de calciu (carbonat sau bilirubinat); acestea se depun fie la periferia calculului, sub forma unui lizereu, fie în straturi alternative cu compuşi radiotransparenţi (colesterol), în interiorul calculului.

De profil, calculii biliari se proiectează anterior, în apropierea peretelui abdominal (fig.269,b). Alte formaţiuni cu conţinut calcar, frecvent proiectate pe imaginea de faţă în hipocondrul drept (în special calculii renali şi calcificările ganglionilor retroperitoneali), sînt dispuse posterior.

8.1.1.2. *Colecistografia perorală* se efectuează cu ingerarea unui produs organo-iodat, care, după resorbţia intestinală, se fixează pe proteinele serice şi ajunge prin circulaţia portală în ficat, de unde se elimină prin bilă. Bila opacifiată se acumulează în veziculă, unde se concentrează progresiv, determinînd apariţia în imagine a colecistului, sub forma unei opacităţi care reproduce forma organului (fig.270,a). Concentraţia maximă, deci imaginea cea mai netă a veziculei opacifiate, se obţine la 12-16 ore de la ingestie.

In continuarea examenului, se provoacă contracţia şi evacuarea colecistului prin administrarea unui prînz colecistokinetic (2-3 gălbenuşuri de ou sau alimente bogate în grăsimi); pe radiografiile efectuate la 30 şi 60 de minute

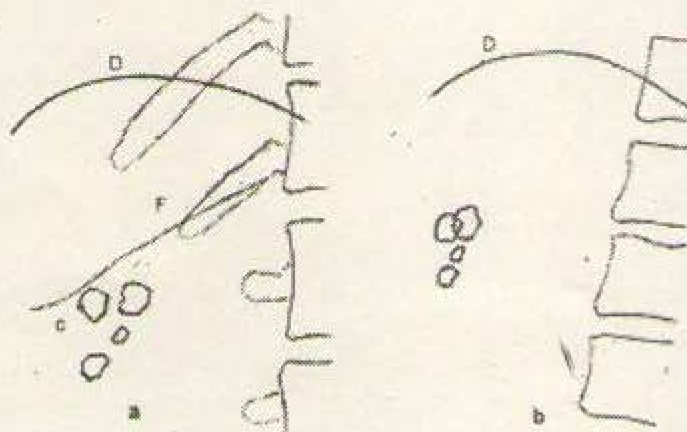


Fig.269. Proiecţia pe imaginea de faţă (a) şi de profil (b) a calculilor intracolecistici (de remarcat poziţia lor anterioară). D: diafragm; F: ficat; C: calculi.



Fig.270. Colecistografie perorală (aspect normal). a. imagine la 16 ore de la ingerarea substanţei de contrast; b. la 30 de minute după prînzul colecistokinetic, colecistul (C) îşi reduce volumul la 1/3 din cel iniţial iar în imagine apar canalul cistic (Ci) şi canalul coledoc (Co).

se poate aprecia gradul de contractilitate al veziculei, în funcţie de măsura şi ritmul în care se produce micşorarea imaginii sale (fig.270,b).

Efectuarea colecistografiei necesită o pregătire corectă a pacientului. In afara golirii conţinutului intestinal, înaintea administrării substanţei de contrast, este recomandabil ca regimul alimentar să includă, în ziua ce precede examenul, alimente grase, cu efect coleretic. După ingerarea produsului iodat (cu 12-14 ore înainte de examen), pacientul se va abţine total de la alimentaţie, pînă în momentul efectuării colecistografiei.

Dozarea compusului organo-iodat trebuie să fie judicioasă, în funcţie de starea ponderală a pacientului (0,05 g iod/kg corp).

Colecistografia perorală este contraindicată în principiu în toate stările de hipersensiblitate la iod, în care poate genera incidente sau accidente; de asemenea, în icterul mecanic, insuficienţa hepatică şi renală, gastro-enterite acute şi stenoza pilorică, afecţiuni în care opacifierea veziculei biliare pe această cale nu se poate realiza.

Colecistografia perorală constituie un examen în acelaşi timp morfologic şi funcţional, oferind date utile în majoritatea afecţiunilor veziculei biliare. Lipsa de opacifiere a acesteia, chiar şi în condiţiile unei pregături ireproşabile, este însă frecvent întîlnită în practică şi se datorează unor cauze extrem de variate; în asemenea situaţii se recurge la alte tehnici de investigare radiologică.

8.1.1.3. *Colangio-colecistografia intravenoasă* se bazează pe opacifierea veziculei biliare şi a căilor biliare extrahepatice prin compuşi organo-iodaţi injectaţi intravenos. Aceştia se fixează pe proteinele serice, ajung în ficat şi se elimină prin bilă.

Produsul de contrast, conţinînd o moleculă organică triiodată, în concentraţie de 30 sau 50%, este livrat în fiole de 20 ml; în funcţie de greutatea pacientului, pentru efectuarea unui examen se utilizează una pînă la două fiole.

Toleranţa va fi întotdeauna testată prin injectarea prealabilă a unei cantităţi de 1 ml substanţă de contrast, urmărindu-se timp de 5-10 minute comportamentul subiectului şi eventualele reacţii adverse.

Concentraţia în bilă devine suficient de mare ca să permită apariţia canalelor hepatice şi coledocului în imagine la 30 minute după injectare. In continuare se urmăreşte opacifierea veziculei biliare pe radiografii efectuate la 45, 60 şi 120 minute de la momentul injectării. Contractilitatea colecistului se apreciază după administrarea prînzului gras ("proba Boyden"), la fel ca în cazul colecistografiei perorale.

Colangio-colecistografia este indicată în toate cazurile în care colecistografia orală este negativă sau produce o imagine a veziculei biliare insuficient de netă; ea oferă atît date funcţionale, cît şi morfologice, permiţînd şi o bună vizualizare a căilor biliare extrahepatice (fig.271).

Contraindicaţiile sînt în general aceleaşi ca şi în cazul colecistografiei perorale.

8.1.1.4. *Colangiografia intraoperatorie* constă în injectarea substanţei de contrast direct în coledoc, în timpul actului operator efectuat pe căile biliare. Oferă date importante cu privire la calibrul căilor biliare, existenţa unor eventuale anomalii sau prezenţa de calculi de dimensiuni foarte mici (fig.272).

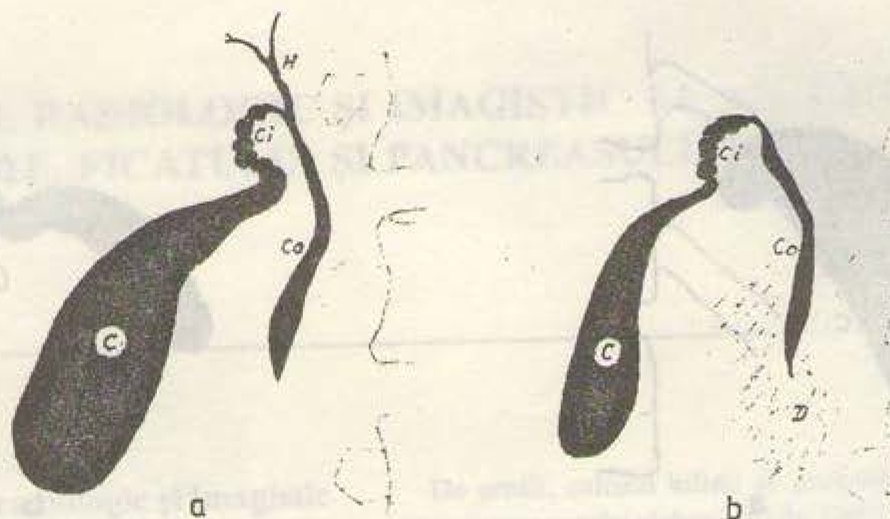


Fig.271. Colangio-colecistografie intravenoasă (aspect normal). a: radiografie la 45 de minute de la injectare; b: radiografie după administrarea prînzului gras. C: colecist; Ci: canal cistic; H: canal hepatic; Co: coledoc; D: substanţă de contrast în duoden.

8.1.1.5. *Utilizarea de compuşi farmacodinamici* modificatori de comportament este deseori indicată în completarea colangio-colecistografiei. *Morfina* (în cantitate de 5-10 mg) produce un spasm al sfincterului Oddi, care blochează scurgerea bilei şi permite o opacifiere intensă a căilor biliare şi veziculei. *Atropina* şi *nitritul de amil* determină, dimpotrivă, relaxarea sfincterului, permiţînd diferenţierea unui spasm de un obstacol mecanic localizat la nivelul lui. *Sorbitolul* produce o contracţie lentă a veziculei biliare şi o relaxare concomitentă a sfincterului Oddi.

8.1.1.6. *Alte tehnici de explorare radiologică* (colecistografia mixtă, perorală şi intravenoasă, colecistografia prin puncţie transparietală, tomocolecistografia) au indicaţii limitate, create de unele situaţii particulare.

De factură foarte modernă, *colangio-pancreatografia endoscopică retrogradă* (CPER) şi *colangiografia transhepatică percutană* (CTP) permit obţinerea de date de mare fineţe, mai ales în diagnosticul tumorilor maligne ale căilor biliare; ele au un pronunţat caracter invaziv.

8.1.2. Modificările radiologice elementare

Modificările radiologice elementare create de stările patologice ale căilor biliare pot fi de natură *funcţională* sau *morfologică*.

8.1.2.1. *Modificările funcţionale. Hipotonia* colecistului se traduce prin dilataţia şi alungirea organului, care capătă un traiect vertical, paralel cu marginea dreaptă a coloanei vertebrale. Substanţa de contrast se acumulează în regiunea declivă a veziculei, care în rest poate rămîne slab sau neomogen opacifiată, datorită prezenţei bilei de stază. Organele vecine creează deseori amprente la nivelul contururilor. Contracţia după prînzul gras este lentă, evacuarea subtanţei de contrast putînd necesita uneori mai multe ore.

Căile biliare hipotone au, de asemenea, un calibru crescut. In mod normal, calibrul canalului hepatic este cuprins între 3-5 mm, al coledocului între 6-8 mm; un calibru de peste 10 mm traduce de regulă o stare de hipotonie.

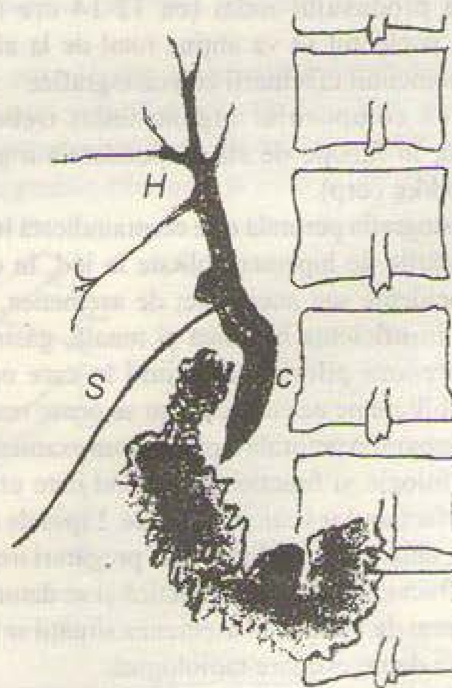


Fig.272. Colangiografie intraoperatorie. H: canale hepatice; C: coledoc; D: duoden; S: sonda de injectare.

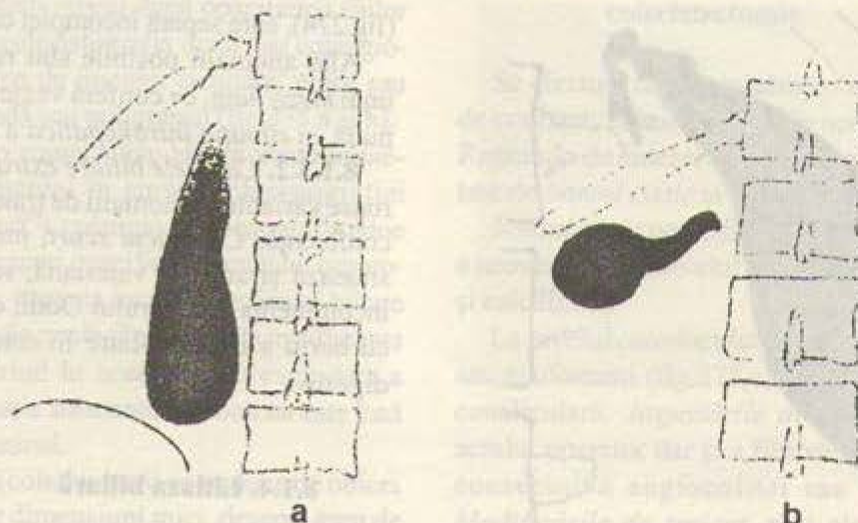


Fig.273. Colecist hipoton (a) şi hiperton (b).

Hipertonia colecistului determină o formă a organului apropiată de cea rotundă, dimensiuni mici şi o orientare transversală a axului mare, care formează cu coloana un unghi mai mare de 40-45°. Imaginea veziculei biliare (fig.273,b) este intens opacă; evacuarea se poate produce într-un ritm variabil, în funcţie de condiţiile patologice determinante.

Aspectul hiperton al colecistului se întîlneşte la picnici în stare normală. Hipertonia poate fi produsă de unele afecţiuni ale tubului digestiv; în acest caz evacuarea lui este de obicei rapidă. Ea se poate instala şi în prezenţa unui obstacol, care poate fi învins pe această cale, într-o primă etapă evolutivă.

Spasmul total al veziculei produce o scădere dimensională importantă a acesteia, lumenul devenind aproape liniar. Sediul obişnuit al spasmelor căilor biliare este însă sfincterul Oddi; el traduce deseori prezenţa de leziuni organice la acest nivel. Spasmul oddian întîrzie evacuarea bilei în duoden; canalul hepato-coledoc apare moderat lărgit, intens opacifiat, cu extremitatea distală îngustată axial. Canalele biliare intra- şi extrahepatice opacifiate persistă un timp îndelungat în imagine.

Tulburările de evacuare ale căilor biliare, care împiedică tranzitul normal al bilei spre duoden, pot fi de natură funcţională sau organică. In prima categorie se înscriu hipotoniile (mai ales de natură inflamatorie) şi spasmul sfincterului Oddi. In cea de-a doua, litiaza biliară, stenozele produse de inflamaţii cronice sau intervenţii chirurgicale şi compresiile extrinseci realizate de cancerul pancreasului sau al ampulei lui Vater.

Tulburările funcţiei de concentrare a bilei pot fi apreciate numai în cursul practicării colecistografiei perorale. Reducerea acestei funcţii, produsă de inflamaţiile cronice ale colecistului, se traduce prin opacifierea slabă a acestuia; hiperconcentraţia, consecinţă a colesterolozei, creează, dimpotrivă, o imagine opacă deosebit de intensă.

8.1.2.2. *Modificările morfologice. Modificări de poziţie şi formă.* Forma colecistului, ca şi poziţia lui, sînt supuse unor largi variaţii individuale, depinzînd în principiu de tipul constituţional şi de presiunea intraabdominală. La longilini, colecistul apare alungit, fără a prezenta însă hipotonie.

In procesele de pericolecistită, vezicula apare deplasată, cudată, cu contururi neregulate. Fixarea la organele vecine (stomac, duoden, unghiul hepatic al colonului) poate fi evidenţiată în cursul practicării concomitente a unui examen al tubului digestiv, uneori prin apariţia de amprente la nivelul acestor organe.

Stenozele căilor biliare pot avea cauze diferite: inflamaţii cronice, intervenţii chirurgicale, compresii extrinseci prin procese tumorale. In cazul stenozelor, evacuarea este întîrziată de segmentele suprajacente leziunii apar dilatate; căile biliare intrahepatice pot apare intens opacifiate.

Imaginile lacunare sînt produse cel mai frecvent de calculii biliari radiotransparenţi. In cazul acestora, au o formă rotundă sau poligonală, contururi nete, prezentînd o mobilitate caracteristică (fig.275). Alte imagini lacunare pot fi create de tumorile benigne (adenoame, papiloame) sau maligne (extrem de rare).

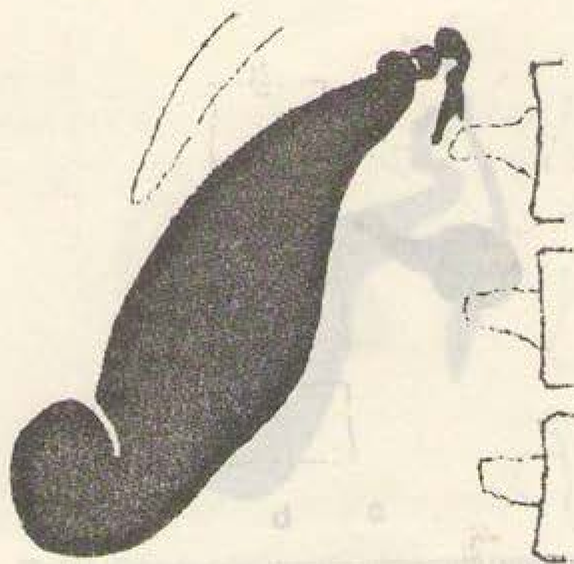


Fig. 274. Colecist cu septare pseudodiverticulară a regiunii fundice.

Depozitele masive de colesterol (în cazul colesterolozei) pot produce imagini pseudopolipoase, similare celor observate în tumorile benigne; impregnarea difuză parietală în asemenea cazuri duce la creşterea intensităţii opacităţii veziculei şi la apariţia imaginii acesteia pe radiografia simplă a abdomenului.

8.1.3. Anomaliile congenitale ale căilor biliare

8.1.3.1. *Anomaliile veziculei biliare. Aplazia* şi *hipoplazia* sînt foarte rar întîlnite; vezicula dublă poate fi continuată cu două canale cistice independente sau cu un canal comun.

Destul de frecvent, colecistul prezintă *cuduri* şi *septuri* (fig.274), care separă incomplet cavitatea organului.

Alte anomalii posibile sînt reprezentate de existenţa unui *mezo lung*, ce conferă veziculei o mobilitate neobişnuită, şi *situaţia intrahepatică* a organului.

8.1.3.2. *Canalele biliare extrahepatice* prezintă numeroase variante şi anomalii de traiect, dimensiuni, număr şi confluenţă. *Coledocul scurt*, implantat în bulb, unde se situează şi ampula vateriană, se însoţeşte de regulă de incontinenţa sfincterului Oddi, care produce opacifierea cu bariu a căilor biliare în timpul examenelor tubului digestiv.

8.1.4. Litiaza biliară

Afecţiune foarte frecventă, litiaza biliară impune examenului radiologic un caracter complex, întrucît evidenţierea calculilor este, în anumite cazuri, destul de dificilă.

Examenul abdominal pe gol pune în evidenţă în regiunea hipocondrului drept calculii ce conţin săruri de calciu. Aceştia pot apare ca opacităţi de formă rotundă sau ovalară, unice sau multiple, de dimensiuni variate, mobile la schimbarea poziţiei pacientului. Asemenea imagini, produse de calculii de bilirubinat de calciu, sînt rare. Mai frecvent, calculii au o structură mixtă şi apar sub forma unui nucleu clar, înconjurat de straturi concentrice, alternative, radiotransparente (formate din colesterol) şi radioopace (formate din bilirubinat de calciu). Calculii micşti pot atinge dimensiuni mari şi sînt deseori multipli, devenind faţetaţi, poliedrici. In alte cazuri, prezenţa sărurilor de calciu se traduce numai printr-un lizereu periferic opac (fig.269).

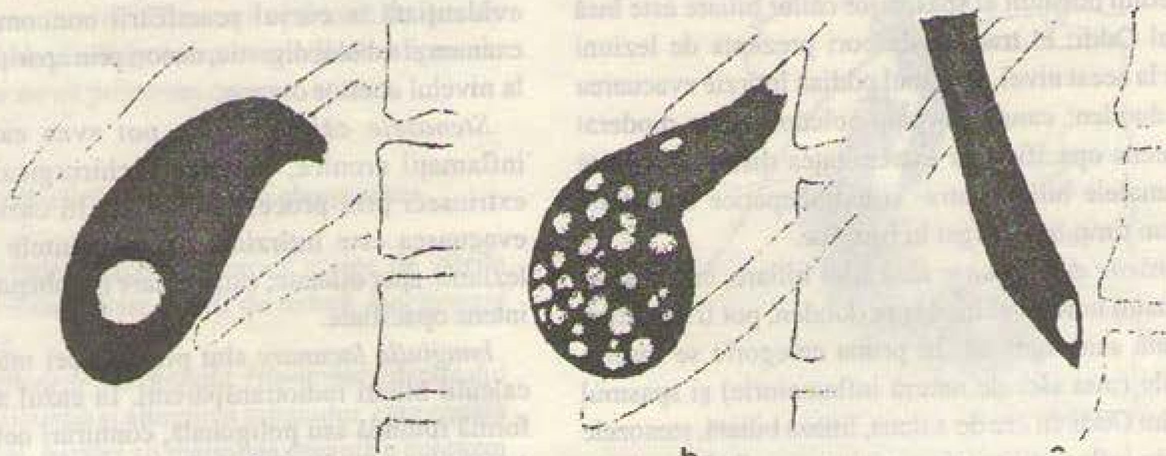


Fig.275. Imagini radiologice produse de calculi biliari. a: calcul colecistic unic radiotransparent (colecistografie perorală); b: calculi colecistici multipli (colecistografie perorală); c: calcul coledocian (colangiografie după colecistectomie).

Calculii radiotransparenţi, formaţi din colesterină şi bilirubină, pot fi evidenţiaţi numai după opacifierea căilor biliare şi veziculei prin colecistografia orală sau colangio-colecistografie, sub forma de imagini lacunare, unice sau multiple, de formă rotundă sau poligonală (fig.275,a şi b).

Prezenţa de calculi în canaliculele biliare poate împiedica opacifierea colecistului în cursul colecistografiei perorale ("vezicula exclusă"); colangio-colecistografia pune în evidenţă în asemenea cazuri opacifierea canalului hepato-coledoc. Pe de altă parte, absenţa imaginii veziculei biliare pe colangio-colecistografie poate fi produsă de insuficienţa sfincterului Oddi, sugerînd în acest mod o excludere a veziculei; în această situaţie substanţa de contrast este însă prezentă în lumenul intestinal.

Litiaza canaliculară (coledociană) se traduce de obicei prin imagini lacunare de dimensiuni mici, deseori greu de descoperit; diagnosticul radiologic se bazează în unele cazuri mai ales pe semnele însoţitoare (dilataţie deasupra obstacolului, opacifierea în exces şi evacuarea întîrziată a segmentelor suprajacente).

Examenul colangiografic rămîne esenţial pentru depistarea calculilor coledocieni apăruţi după colecistectomie (fig.275,c).

8.1.5. Inflamaţiile cronice ale veziculei biliare

Capătă expresie radiologică odată cu apariţia semnelor de pericolecistită şi se traduc prin aderenţe, deplasări, deformări, neregularităţi de contur ale organului. Capacitatea de concentrare a mucoasei se reduce, astfel încît opacifierea devine slabă sau este absentă în cursul colecistografiei perorale.

Angiocolitele se manifestă mai ales prin stenoze ale canaliculelor biliare, hipotonie şi tulburări de evacuare ale acestora.

8.1.6. Examenul radiologic după colecistectomie

Se efectuează prin injectarea intravenoasă a substanţei de contrast; tehnica devine în acest caz o *colangiografie*. Regiunile de interes ce trebuie examinate sînt reprezentate de *bontul cistic* şi de *canalul hepatocoledoc*.

Bontul cistic poate fi lung, simulînd, în urma dilataţiei, o neoveziculă; la nivelul lui se produc deseori stază, infecţii şi calculi.

La nivelul *coledocului* pot fi evidenţiaţi *calculi* restanţi sau neoformaţi (fig.275,c), care produc *dilataţie* şi *stază* canaliculară. *Ingustările de calibru* pot fi consecinţa actului operator dar şi a fibrozei progresive inflamatorii, consecutivă angiocolitei sau pancreatitei cronice. *Modificările de traiect*, mai ales angulaţiile porţiunii distale, se datorează fie bridelor postoperatorii, fie pancreatitei cronice sau pericoledocitei.

Absenţa opacifierii hepato-coledocului poate traduce fie o angiocolită gravă, fie o incontinenţă a sfincterului Oddi, creată de actul operator.

8.1.7. Investigarea ultrasonografică

Examenul ultrasonografic este cel mai larg folosit în prezent în studiul imagistic al colecistului, datorită nu numai facilităţii de efectuare şi lipsei de agresivitate, ci şi valorii datelor informative pe care le oferă.

8.1.7.1. In condiţii *normale*, vezicula biliară creează imaginea unei formaţiuni cavitare conţinînd "lichid pur", deci uniform anechogenă, ai căror pereţi sînt, mai ales în



Fig.276. Secţiune oblică, paralelă cu rebordul costal, a regiunii abdominale superioare drepte. Se evidenţiază imaginea colecistului (în proiecţie oblică) şi canalul hepato-coledoc (în proiecţie ortogradă), de aspect normal.



Fig.277. Imagine echografică produsă de calculi colecistici (secţiune longitudinală). De remarcat reprezentarea netă a pereţilor veziculei biliare (lizereu deschis), conţinutului (uniform anechogen) şi a calculilor, care produc conuri de umbră în straturile mai profunde.

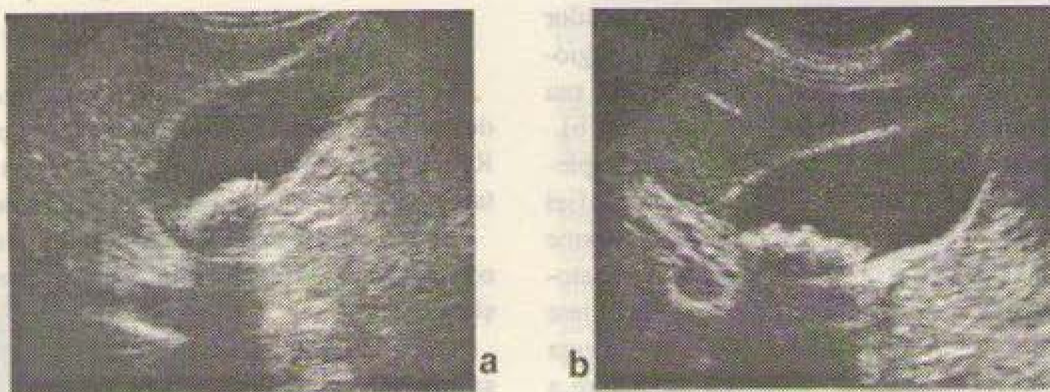


Fig.278. Urmărire ultrasonografică a manevrei de litotripsie extracorporeală. a: imagine aparentă de calcul unic; b: la schimbarea poziţiei pacientului, se observă descompunerea în multiple fragmente mai mici.

regiunile în care au o dispoziţie perpendiculară pe fasciculul ultrasonor, foarte bine marcaţi de un lizereu puternic echogen. Forma imaginii depinde, evident, de planul de secţiune reprezentat şi de orientarea acestuia (transversală, longitudinală sau oblică) (vezi fig.47, fig.51 şi fig.276). Canalele biliare de dimensiuni mai mari sînt reprezentate echografic sub forma imaginilor canaliculare creînd aspecte diferite, în funcţie de poziţia lor faţă de planul de examinare (reprezentare longitudinală sau ortogradă) (fig.276, fig.282).

8.1.7.2. In *litiaza biliară*, ultrasonografia pune în evidenţă cu netitate existenţa calculilor, chiar a celor de dimensiuni mici, exploatînd capacitatea foarte pronunţată a acestora de a reflecta fasciculul ultrasonor şi de a produce "conuri de umbră" în regiunile situate mai în profunzime (fig.277 şi 278).

Instalaţiile actuale permit măsurarea dimensiunilor calculilor (vezi fig.54); datorită condiţiilor fizice de formare a imaginii acestora, mărimea lor reală este însă deseori subevaluată.

8.1.7.3. *Procesele inflamatorii* ale colecistului pot fi evidenţiate echografic datorită modificării compoziţiei bilei, care capătă reprezentarea proprie "lichidelor impure" (fig.280). Edemul inflamator pericolecistic produce, de asemenea, o imagine caracteristică (fig.279), ca şi îngroşarea pereţilor, consecutivă evoluţiei cronice.

8.1.7.4. Unele *procese tumorale* hepato-pancreatice, care conduc la stenoze ale coledocului, capătă un corespondent echografic indirect, prin apariţia pe aria de proiecţie a ficatului de canale biliare mult dilatate (fig.281 şi 282).



Fig.279. Colecistită acută cu pericolecistită. Edemul inflamator pericolecistic creează zona anechogenă semilunară.



Fig.280. Colecistită purulentă cu pericolecistită cronică. Conţinut neomogen al veziculei biliare; îngroşare foarte pronunţată a pereţilor veziculari.

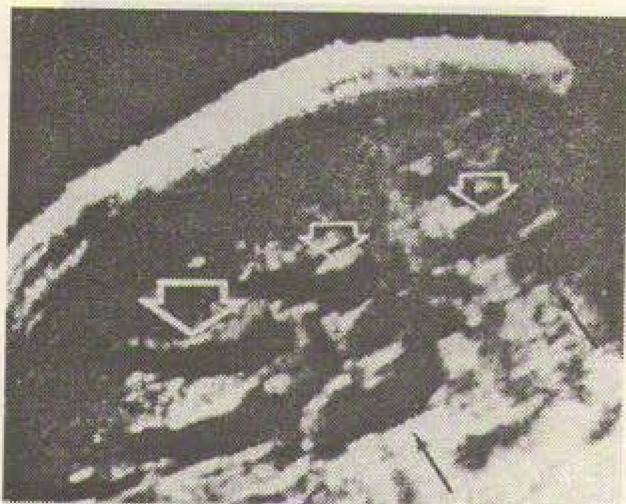


Fig.281. Dilatație marcată a canalelor biliare intrahepatice produsă de o tumoare a capului pancreasului.

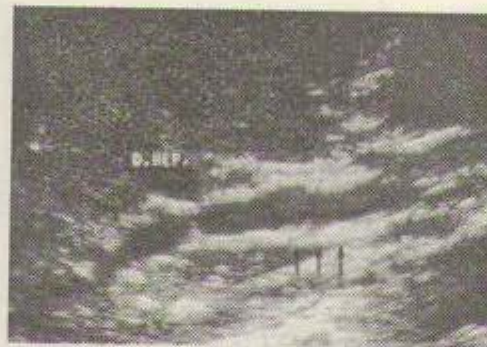


Fig.282. Dilataţia căilor biliare consecutivă stenozei coledocului terminal (tumoare a pancreasului). Pe secţiunea longitudinală se constată lărgirea coledocului însoţită de îngroşarea pereţilor (săgeţi) şi a canalului hepatic (D.HEP).

8.1.8. Examenul computer-tomografic

Poate furniza elemente importante de diagnostic în patologia biliară, dificil sau imposibil de obţinut prin alte tehnici. Spre exemplu, el poate evidenţia unii calculi cu structură particulară (cu înveliş calcar foarte subţire), inaparenţi pe radiografie (fig.283) sau dilataţia canalelor biliare prin procese stenotice tumorale (fig.284).

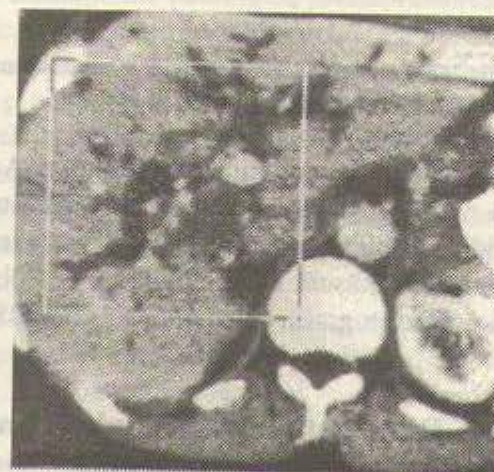


Fig.284. Secţiune CT prin ficat, evidenţiind dilataţia pronunţată a canalelor biliare (cancer de cap al pancreasului).

8.1.9. Investigarea radioizotopică

Utilizează mai frecvent techneţiul 99m, legat de un trasor reprezentat de molecule complexe, cuprinzînd

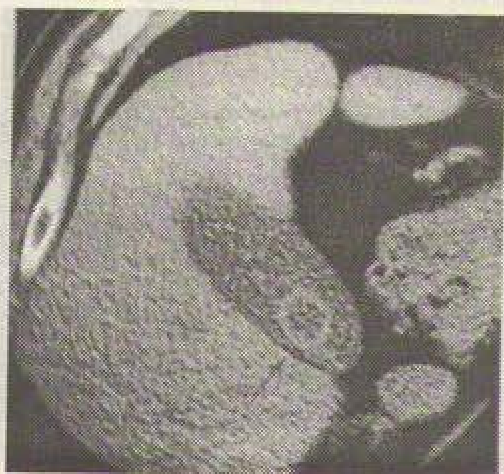


Fig.283. Secţiune CT în planul veziculei biliare, evidenţiind un calcul cu pereţi calcari extrem de subţiri.



Fig.285. Scintigrafie hepato-biliară cu HIDA Tc 99m. Veziculă biliară exclusă; reprezentare netă a canalelor hepatice şi căii biliare principale.

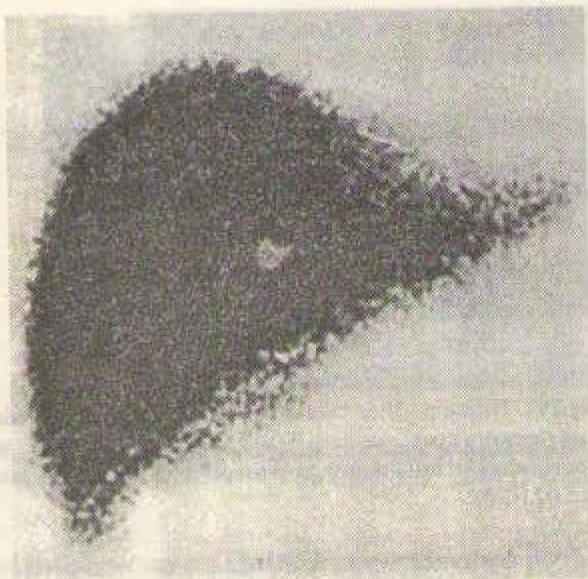


Fig.286 Scintigrafie hepatică cu Tc 99m (trasor coloidal sulfurat). Aspect normal al ficatului.

pyridoxal sau acid iminodiacetic (HIDA). Acestea se elimină rapid prin ficat şi se concentrează într-un grad foarte ridicat în bilă. Imaginea scintigrafică ce rezultă este într-o oarecare măsură comparabilă cu cea obţinută pe colangio-colecistografia convenţională (fig.285).

8.2. Diagnosticul radiologic şi imagistic al afecţiunilor ficatului

8.2.1. Diagnosticul radiologic convenţional

Tehnicile radiologice curente oferă foarte puţine informaţii cu privire la stările patologice ale ficatului, în

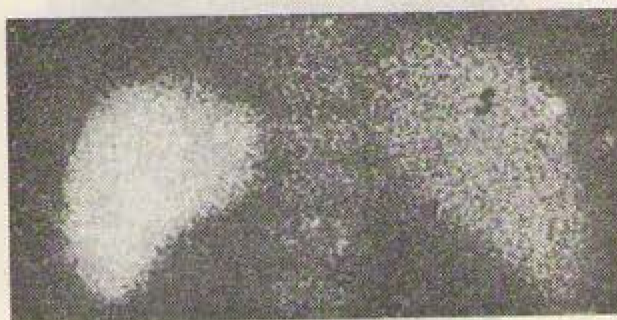


Fig.288. Scintigrafie hepatică cu Tc 99m (trasor coloidal) într-un caz cu ciroză hepatică evoluată. Importantă fixare a trasorului la nivelul splinei mărite de volum (S) şi măduvei osoase a rachisului, caracteristică afecţiunii.

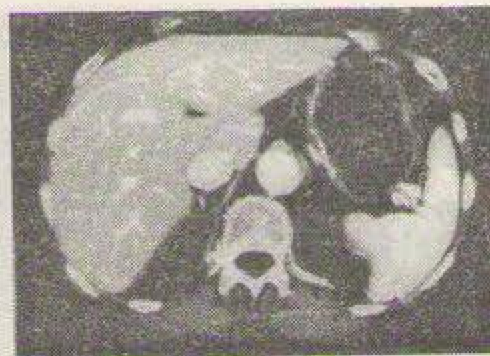


Fig.287. Secţiune CT la nivelul regiunii superioare a abdomenului. Aspect normal al ficatului.

afara aprecierii lui dimensionale (destul de incertă şi evidenţierii unor eventuale calcificări (produse mai frecvent de chistul hidatic).

8.2.2. Tehnicile imagistice

CT, scintigrafia izotopică, echografia, IRM sînt, în schimb, deosebit de expresive. In funcţie de trăsăturile specifice ale imaginii pe care o creează, ele oferă informaţii de mare valoare cu privire la prezenţa formaţiunilor patologice ale ficatului, ca şi elemente de detaliu, care permit stabilirea diagnosticului cu un mare grad de precizie.

Practicarea mai multor asemenea tehnici, într-o succesiune raţională, aduce un important surplus de siguranţă în definirea afecţiunii investigate

8.2.2.1. Unele *imagini normale*, realizate prin practicarea acestor proceduri imagistice au fost prezentate în capitolele anterioare; figurile 286 şi 287 ilustrează aspecte

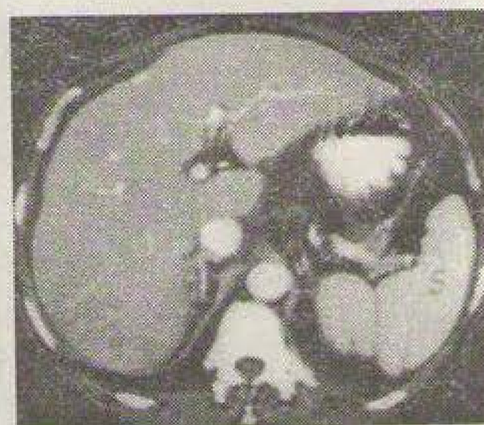


Fig.289. Ciroză hepatică. Secţiune CT abdominală superioară, evidenţiind ficatul mult mărit de volum şi splina hiperplazică.

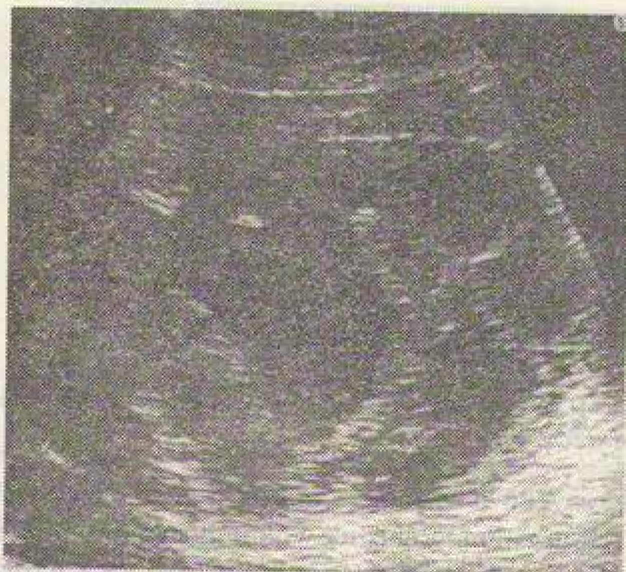


Fig.290. Secţiune ultrasonografică la nivelul ficatului evidenţiind numeroase formaţiuni chistice, de dimensiuni diferite (chisturi hidatice multiple).

normale ale ficatului obţinute în cursul examenului scintigrafic, respectiv investigaţiei CT.

8.2.2.2. Principalele domenii ale *patologiei hepatice* în care investigaţia imagistică furnizează date de importanţă decisivă pentru diagnostic sînt reprezentate de *ciroza hepatică* şi în special de *formaţiunile tumorale* şi *pseudotumorale*.

Ciroza hepatică reprezintă un domeniu de investigare în care datele cele mai semnificative sînt oferite de scintigrafia radioizotopică, practicată de regulă cu techneţiu 99m (legat de trasor coloidal) şi de tomografia computerizată.

Prima evidenţiază anomaliile de fixare caracteristice afecţiunii, traduse prin reprezentarea intensă în imagine a splinei şi măduvei osoase (fig.288), cea de-a doua structura parenchimului hepatic (fig.289). Ambele pot da relaţii asupra dimensiunilor reale ale ficatului şi splinei.

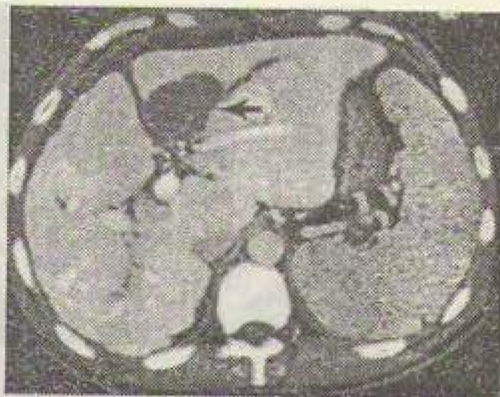


Fig.292. Examen CT al ficatului, efectuat în perfuzie cu substanţă de contrast organo-iodată. Săgeata indică "defectul de opacifiere" produs de prezenţa unui adenocarcinom.

Dintre formaţiunile patologice *pseudotumorale, chistul hidatic*, frecvent localizat la nivelul ficatului, capătă o reprezentare caracteristică pe imaginile ultrasonografice (fig.290) şi mai ales pe cele furnizate de CT (fig.291).

Tumorile maligne primare (reprezentate mai frecvent de adenocarcinoame) sînt în general bine reprezentate în imaginile obţinute prin echografie, scintigrafia radioizotopică şi, în mod deosebit, prin CT şi IRM (fig.292 şi 293).

Tumorile maligne secundare (metastazele) beneficiază larg de aportul la diagnostic al echografiei, scintigrafiei (fig.294), computer-tomografiei şi examenului IRM (fig.295 şi 296), care furnizează, potrivit specificului de expresie al fiecărei proceduri, imagini semnificative.

8.3. Diagnosticul radiologic şi imagistic al afecţiunilor pancreasului

Organ abdominal profund, radiotransparent, pancreasul nu poate fi investigat direct prin tehnicile radiologice

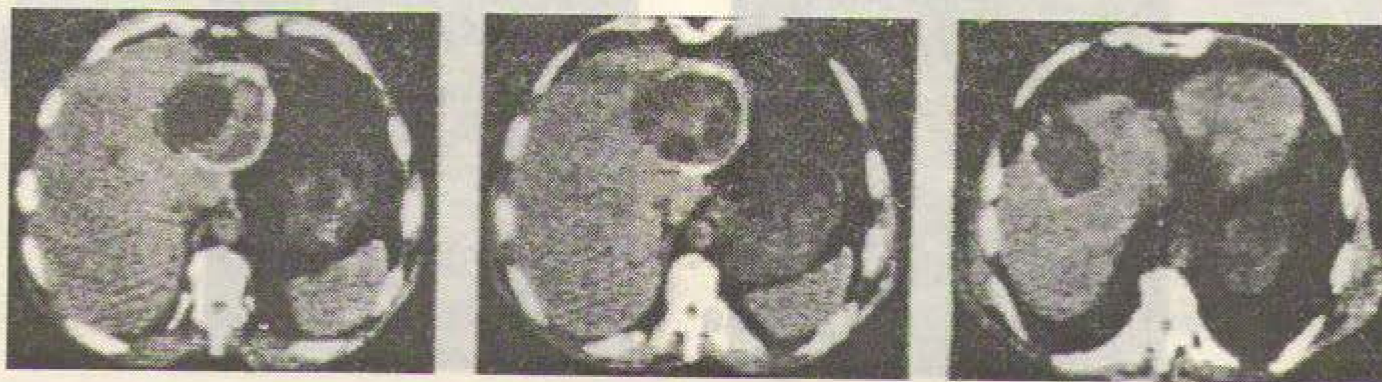


Fig.291. Suită de secţiuni CT transhepatice punînd în evidenţă un chist hidatic de dimensiuni mari, cu pereţi calcificaţi şi numeroase chisturi-"fiice" la nivelul ambilor lobi ai ficatului.

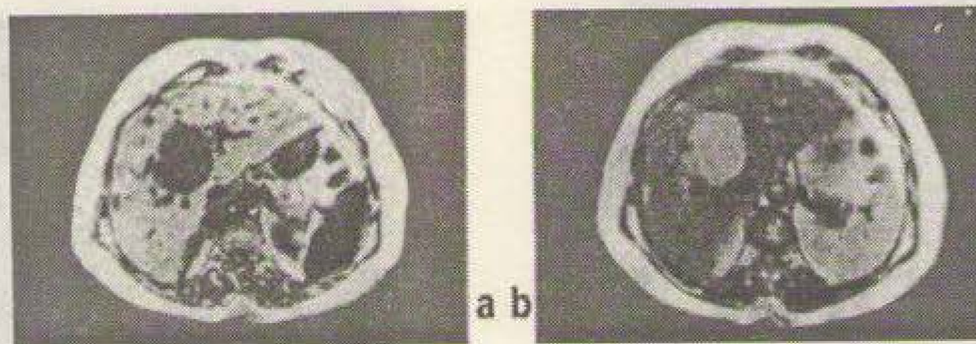


Fig.293. Examen IRM al regiunii abdominale superioare, evidenţiind prezenţa unei tumori primare hepatice. a: regenerare prin inversie (TR=1400, TI=400); b; ecou de spin (TR=1080, TE=40).

curente; unele dintre acestea pot furniza însă pe cale indirectă informaţii cu privire la starea organului, la prezenţa şi natura unor procese patologice care îl afectează.

8.3.1. Examenul radiologic gastro-duodenal

Procesele hiperplazice ale pancreasului produc la nivelul *stomacului deplasări şi amprente*. Astfel, cancerul cozii pancreasului poate realiza uneori o aparentă coborîre a micii curburi gastrice, însoţită de îngustarea canalului piloric; neoplasmul corpului pancreatic creează o amprentă pe faţa posterioară şi produce deplasarea anterioară a stomacului, vizibilă de profil. Procesele infiltrative, inflamatorii sau tumorale, ale capului pancreasului dar mai ales cele vegetante împing în sus şi îngustează canalul piloric şi bulbul (fig.297); uneori pot crea amprente pe marea curbură.

La nivelul *duodenului*, cancerul capului pancreasului, ca şi formaţiunile chistice voluminoase dezvoltate în această regiune, produc *desfăşurarea* largă, caracteristică, a cadrului duodenal (vezi fig.255). Pe conturul medial al acestuia pot apare amprente unice sau multiple. In cazul tumorilor schiroase, conturul capătă uneori un aspect neregulat, zdrenţuit, cu mici imagini lacunare; pliurile mucoasei duodenale dispar la acest nivel.

Un aspect similar poate fi produs şi de pancreatita cronică hipertrofică; diagnosticul diferenţial radiologic este în unele cazuri foarte dificil.

8.3.2. Colangio-colecistografia şi colangiografia intraoperatorie

Evidenţiază stenozele coledociene produse de procesele inflamatorii cronice sau tumorale ale capului pancreasului.

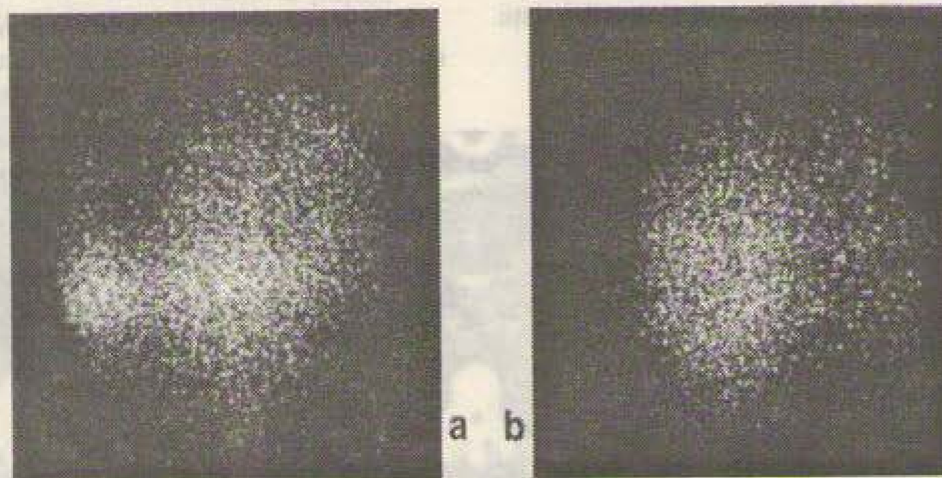


Fig.294. Scintigrafie hepatică (techneţiu 99m, trasor coloidal), în plan frontal (a) şi de profil (b). Metastaze hepatice multiple, cu punct de plecare necunoscut, traduse prin imagini lacunare situate mai ales la periferia lobului drept.

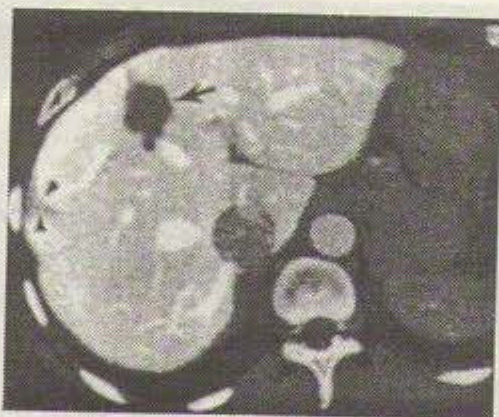


Fig.295. Examen CT al ficatului în perfuzie cu substanţă de contrast. Săgeţile indică prezenţa de metastaze ale unui adenocarcinom al colonului.

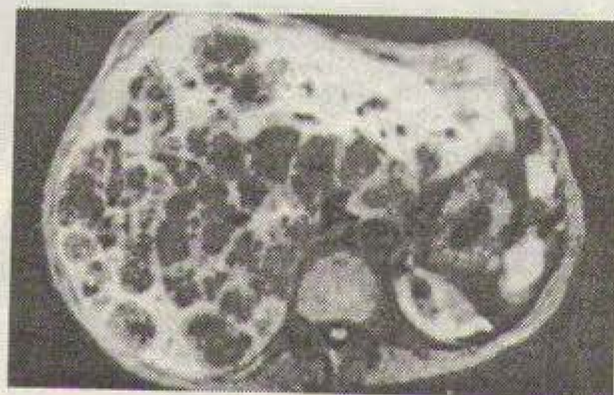


Fig.296. Secţiune RM în plan transversal a abdomenului, evidenţiind un ficat mult mărit de volum, cu numeroase imagini de metastaze (adenocarcinom al colonului).

Mai recent introduse în practică, *colangio-pancreatografia endoscopică retrogradă* adaugă un plus de fineţe şi precizie datelor radiologice care urmăresc acest obiectiv.

8.3.3. Investigarea imagistică a pancreasului

8.3.3.1. *Scintigrafia radioizotopică*, prima metodă neinvazivă introdusă în investigarea pancreasului, utilizează ca radionuclid seleniul 75 iar ca trasor metionina, care se concentrează în pancreas într-un grad suficient pentru a produce o imagine interpretabilă.

O cantitate importantă din produsul radiofarmaceutic se acumulează în ficat, astfel încît acesta apare întotdeauna pe scintigrafie (fig.298), acoperind uneori pancreasul.

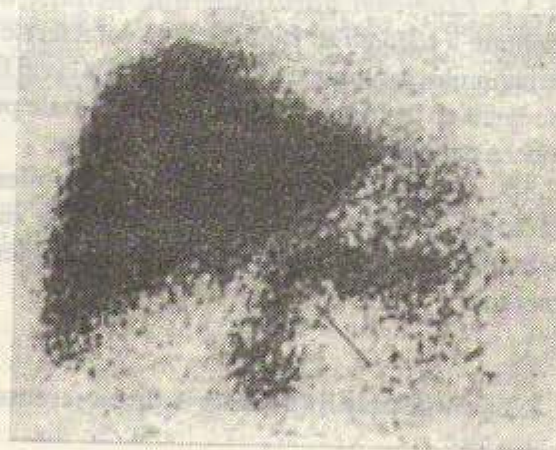


Fig.298. Scintigrafie pancreatică cu seleniu 75.

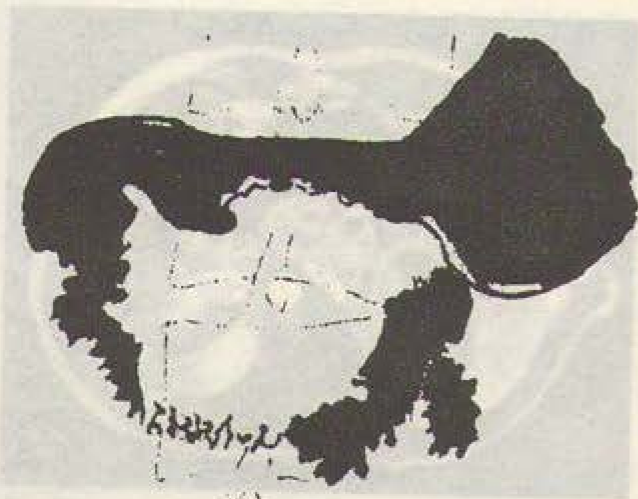


Fig.297. Cancer al capului de pancreas cu invazia stomacului.

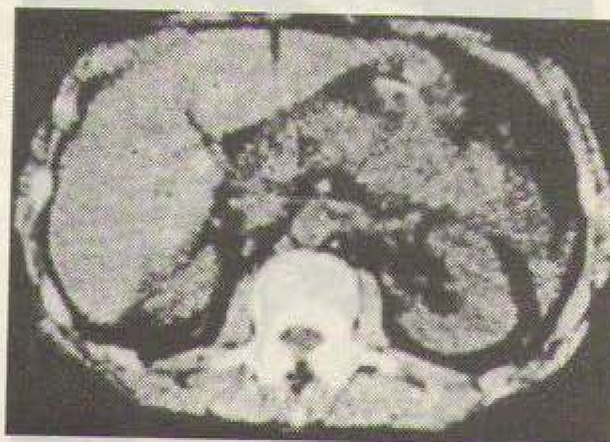


Fig.299. Pancreatită acută necrotic-hemoragică (examen CT). Pancreas mărit de volum, cu păstrarea omogenităţii structurale.

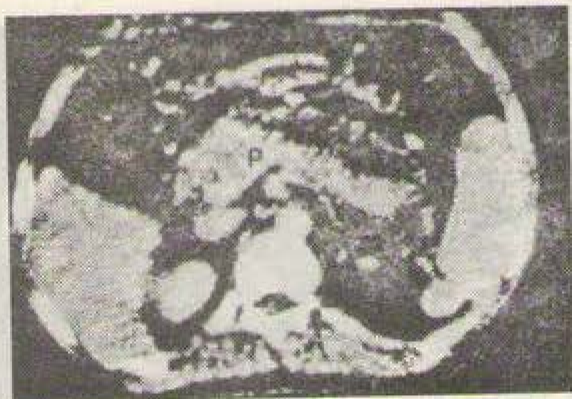


Fig.300. Pancreatită acută după colecistectomie (examen CT). Pancreas mărit de volum; după instituirea perfuziei cu substanţă de contrast, se evidenţiază zone periferice de densitate redusă, datorate edemului (săgeţi).

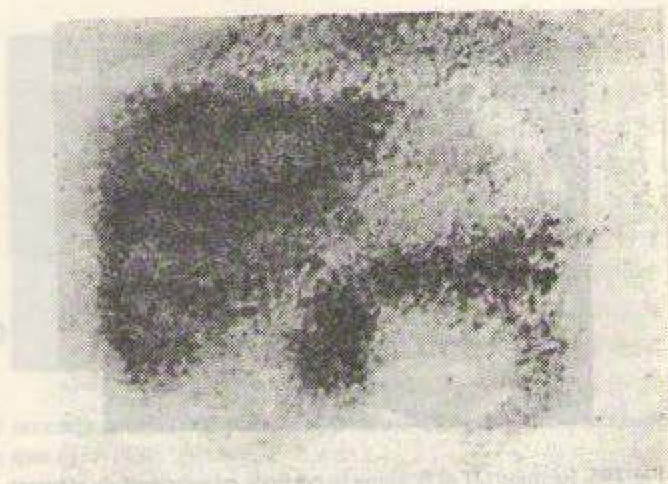


Fig. 301. Pancreatită cronică, formă nodulară (examen scintigrafic cu seleniu 75 -metionină). Pancreas de dimensiuni mari, cu contururi neregulate şi structură neomogenă.

8.3.3.2. *Examenul ultrasonografic* permite o bună reprezentare a organului, care prezintă caracterele tipice ale formaţiunilor anatomice parenchimatoase (vezi fig.51); el descoperă cu uşurinţă modificările structurale produse de procese patologice inflamatorii şi tumorale.

8.3.3.3. *Tomografia computerizată* şi *IRM* oferă date informative de mare precizie, referitoare la întreaga problematică creată de patologia inflamatorie şi tumorală a organului.

8.3.4. Procesele inflamatorii ale pancreasului

Pancreatitele acute, în diferitele lor variante anatomo-clinice, pot fi evidenţiate în prezent cu claritate, prin utilizarea procedurilor imagistice apropiate, datorită creşterii de volum a organului şi contrastului pe care îl creează structurile lui edemaţiate în raport cu mediile tisulare vecine (fig.299 şi fig.300).

Pancreatitele cronice produc neomogenităţi în structura organului, bine reliefate de examenele imagistice (fig.301). Degenerarea parenchimului şi apariţia de formaţiuni pseudochistice poate fi bine evidenţiată în special de examenele CT şi IRM (fig.302).

8.3.5. Tumorile maligne ale pancreasului

Pot fi descoperite în prezent cu uşurinţă prin investigaţia imagistică (ultrasonografie, tomografie compu-

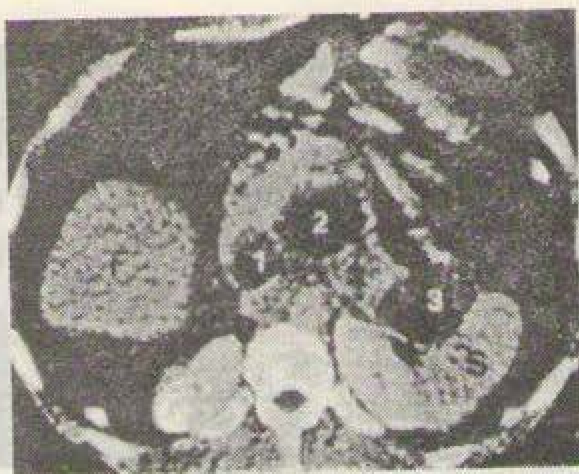


Fig.302. Formaţiuni pseudochistice (1, 2, 3) constituite în urma unei pancreatite acute posttraumatice (examen CT). Săgeţile indică un revărsat peritoneal (ascită) foarte abundent. F: ficat; S: splină.

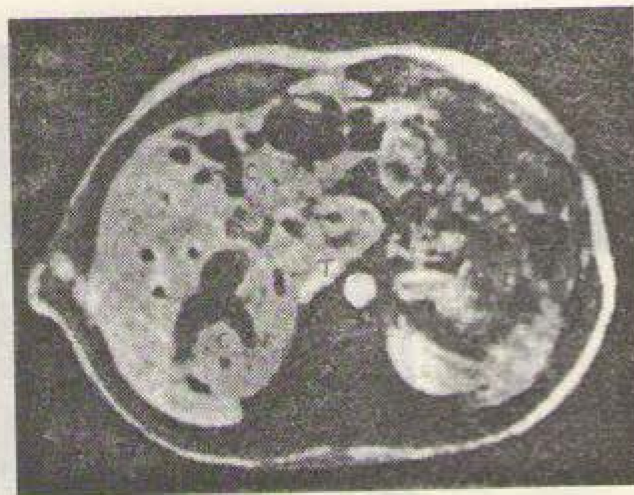
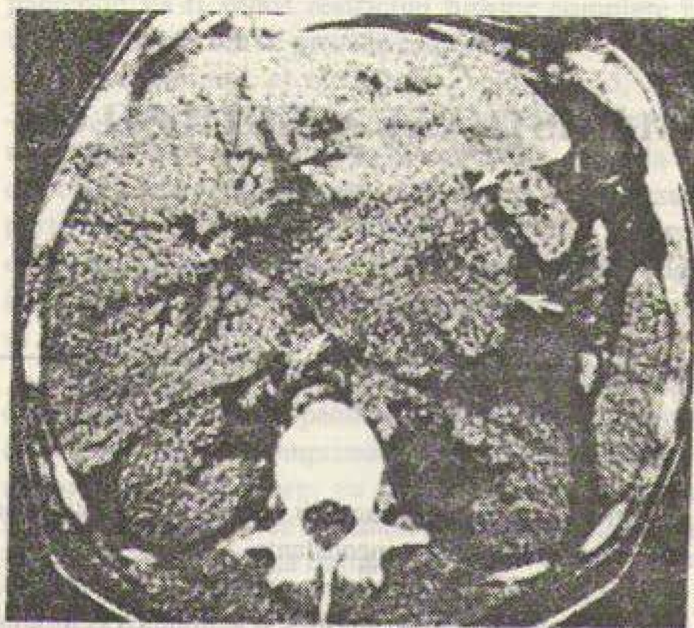


Fig.303. Secţiune transversală RM la nivelul etajului abdominal superior ("întărire" cu gadolinium). Tumoare a capului pancreasului (T), dilataţie a canalelor biliare intrahepatice (C).



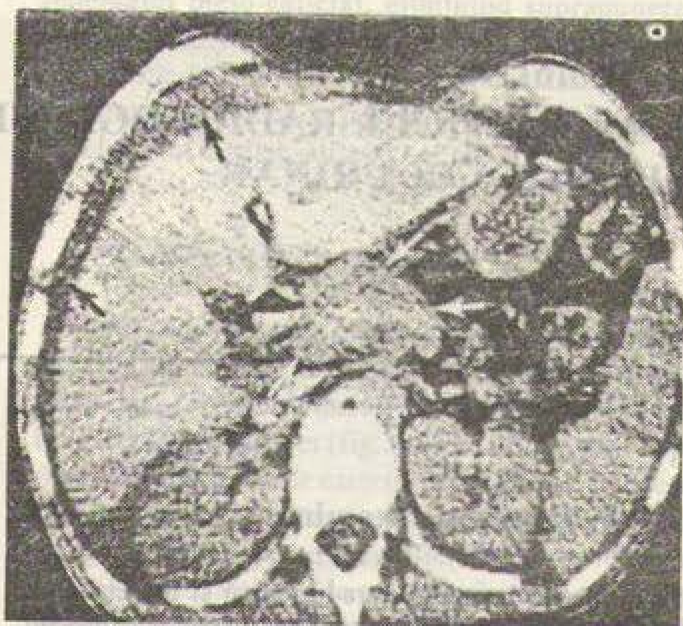


Fig.304. Urmărirea evoluţiei sub tratament a unei tumori a pancreasului în imagini CT. a: secţiunea la nivelul etajului abdominal superior evidenţiază o tumoare de mari dimensiuni a corpului pancreatic (săgeata albă); dilataţie a căilor biliare intrahepatice (săgeţi negre); b: după tratamentul cu citostatice şi o intervenţie chirurgicală decompresivă pe canalele biliare, reducere sensibilă a dimensiunilor tumorii (săgeţi albe) şi dispariţia stazei canaliculare; săgeţile negre indică dezvoltarea ascitei.

terizată sau IRM). Acestea precizează în acelaşi timp întinderea lor reală, gradul de invazie a organelor vecine, ca şi amploarea şi gravitatea unor complicaţii (necroza, staza biliară intrahepatică etc.) (fig.303 şi 304).

Capitolul 9
DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ŞI IMAGISTIC AL AFECŢIUNILOR APARATULUI URINAR

9.1. Tehnici de examinare

Tehnicile de investigare radiologică şi imagistică a aparatului urinar sînt adaptate structurii complexe a acestui aparat, alcătuit din organe parenchimatoase (rinichii), tubulare (sistemul pielo-calicial, uretra) şi cavitare (vezica urinară), cu privire la care trebuie să furnizeze informaţii atît de ordin morfologic cît şi funcţional.

9.1.1. Radiografia renală simplă ("pe gol")

Efectuată fără utilizarea unei substanţe de contrast, este de fapt o radiografie a regiunii abdominale ce include întreaga arie pe care se proiectează organele aparatului urinar (cu excepţia uretrei). In consecinţă, ea este corect executată cînd cuprinde coastele a XI-a şi a XII-a (în sus) şi marginea superioară a simfizei pubiene (în jos) (vezi fig.307).

Radiografia renală simplă oferă elemente orientative cu privire la morfologia rinichilor (dimensiuni, formă, poziţie, contururi) şi evidenţiază formaţiuni anormale radioopace (calcificări în parenchimul renal sau în prostată, calculi în căile de excreţie etc.); poate fi practicată în exclusivitate, de obicei precede însă celelalte tehnici de investigare radiologică.

Valoarea informativă a radiografiei renale simple depinde esenţial de alegerea unor constante de expunere care creează contraste apropriate evidenţierii rinichilor. De asemenea, de buna pregătire a pacientului, constînd din golirea cît mai complexă a conţinutului gazos şi solid al colonului, care poate crea imagini înşelătoare. In acest sens, este necesar ca din alimentaţie să fie excluse, în cele 2-3 zile ce preced examenul, alimentele care produc fermentaţie sau reziduuri dense. Folosirea clismelor sau purgativelor în scopul evacuării colonului este utilă dar se soldează cu rezultate inconstante.

Este evident că pregătirea corectă a pacientului condiţionează în aceeaşi măsură şi acurateţea celorlalte tehnici de investigare radiologică.

9.1.2. Urografia intravenoasă

Este tehnica cea mai larg folosită în practica curentă (fig.312), datorită cantităţii şi valorii elementelor informative pe care le oferă, atît pe plan morfologic, cît şi pe plan funcţional. Constă din injectarea intravenoasă a unei substanţe de contrast organo-iodate, care se elimină rapid şi în totalitate prin rinichi şi care, opacifiind urina, pune în evidenţă prezenţa şi nivelul funcţiilor de concentraţie, secreţie şi excreţie, ca şi aspectul morfologic, tonusul şi motilitatea organelor tubulare şi cavitare ale aparatului urinar.

Substanţele de contrast di- sau triiodate, într-o concentraţie obişnuită de 50-70 %, sînt injectate după o prealabilă testare a toleranţei pacientului la iod. Manifestări adverse de natură alergică, de gravitate variabilă, uneori veritabile accidente, imediate sau tardive (colaps circulator, edem pulmonar) sînt posibile la pacienţi cu o sensibilitate deosebită faţă de compuşii iodaţi.

Practicarea urografiei este contraindicată în insuficienţa renală sau hepatică gravă, afecţiuni cardiace decompensate, insuficienţă circulatorie coronariană şi cerebrală, astm, hipertiroidism, stări febrile şi în general la persoanele cu o reactivitate particulară faţă de alergeni.

Este util ca urografia să fie precedată de o radiografie renală simplă, care înregistrează detalii ale imaginii ce pot fi acoperite de substanţa de contrast. Pregătirea pacientului va fi aceeaşi ca în cazul radiografiei simple; în plus, pentru favorizarea concentrării substanţei de contrast în urină,

pacientul va fi supus restricției hidrice complete în intervalul de 12 ore ce precede examenul.

In mod obișnuit, se efectuează expuneri la 5, 15 și 30 de minute după injectarea substanței de contrast, urmărindu-se astfel apariția și progresia acesteia în diferitele segmente ale căilor de excreție. In cazuri particulare, este necesară uneori executarea cîtorva expuneri la intervale scurte, de un minut, imediat după injectare ("urografia minutată"); alteori examenul trebuie să fie prelungit (pînă la o oră sau chiar 2-3 ore).

Urografia intravenoasă *cu compresie* se efectuează în condițiile stazei urinii opacifiate deasupra unui obstacol creat artificial, prin comprimarea cu un balon a regiunii abdominale inferioare; ea poate pune în evidență modificări morfologice ale căilor de excreție inaparente în cursul examenului de rutină.

9.1.3. Urotomografia

In completarea examenului urografic obișnuit, tomografia poate oferi relații suplimentare cu privire la starea sistemului pielo-calicial, eliminînd suprapunerea în imagine a componentelor acestuia. Secțiunile tomografice se practică de obicei la 15-20 de minute de la injectarea substanței de contrast, în intervalul în care cavitățile pielo-caliciale sînt bine opacifiate.

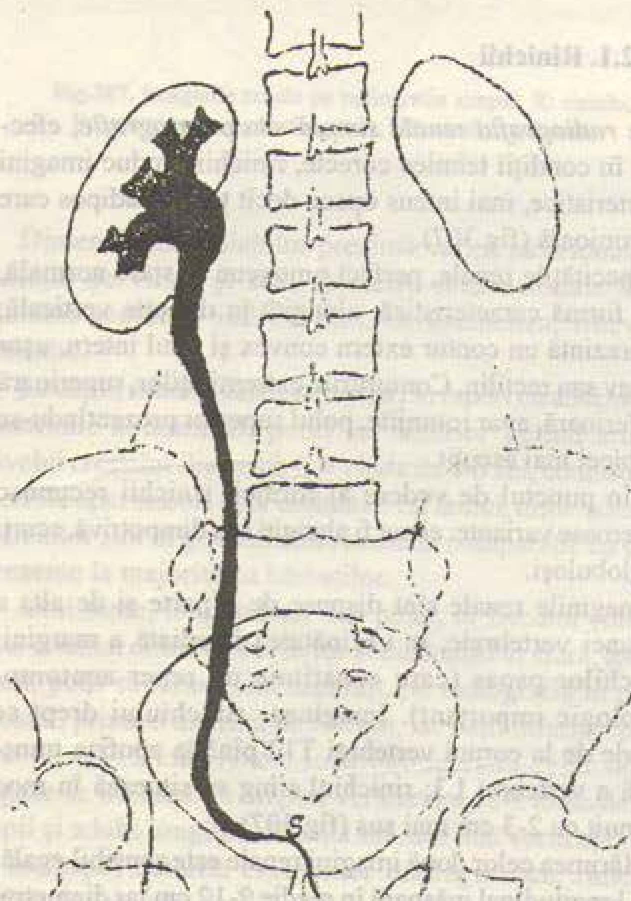


Fig.305. Pielografie ascendentă. S:sonda ureterală.

9.1.4. Pielografia ascendentă

Constă din injectarea substanței de contrast iodate (mai frecvent un compus anorganic, ca iodura de sodiu) pe calea unei sonde introduse pe cale transuretro-vezicală în ureter sau în bazinet (fig.305); se obține astfel opacifierea căii superioare de excreție în situațiile în care secreția renală este absentă sau insuficientă pentru a produce imaginea acestei căi pe urografie. Umplerea retrogradă, nefiziologică, a căilor de excreție (însoțită de distensia acestora) produce imagini diferite de cele urografice, care nu reflectă starea morfo-funcțională reală.

O variantă tehnică este reprezentată de *uretero-pielografia retrogradă* (Chevassu), practicată cu o sondă specială, care obstruează orificiul vezical al ureterului și împiedică scurgerea substanței de contrast injectată în sistemul uretero-pielocalicial.

9.1.5. Cistografia

Pentru investigarea radiologică a vezicii urinare se utilizează, în afara opacifierii acesteia în cursul urografiei, injectarea retrogradă a substanței de contrast, pe calea unei sonde introduse prin uretră. In afara aspectelor morfologice, cistografia poate da relații cu privire la supletea și contractilitatea pereților vezicali, dacă se practică expuneri în timpul micțiunii (cistografia micțională) sau se efectuează mai multe expuneri pe același film (policistografia).

9.1.6. Alte tehnici radiologice

Retropneumoperitoneul explorator constă din introducerea de aer sau oxigen în spațiul retroperitoneal, inclusiv în atmosfera perirenală, pe calea unei puncții presacrate. Tehnica permite reprezentarea foarte netă a contururilor rinichilor pe radiografia abdominală; ea poate fi asociată cu urografia și urotomografia.

Arteriografia renală. Opacifierea arterelor renale, frecvent utilizată mai ales în investigarea proceselor tumorale, se poate obține injectînd substanța de contrast organo-iodată în aortă, pe calea puncției translombare sau prin cateterizarea arterei femurale (fig.306).

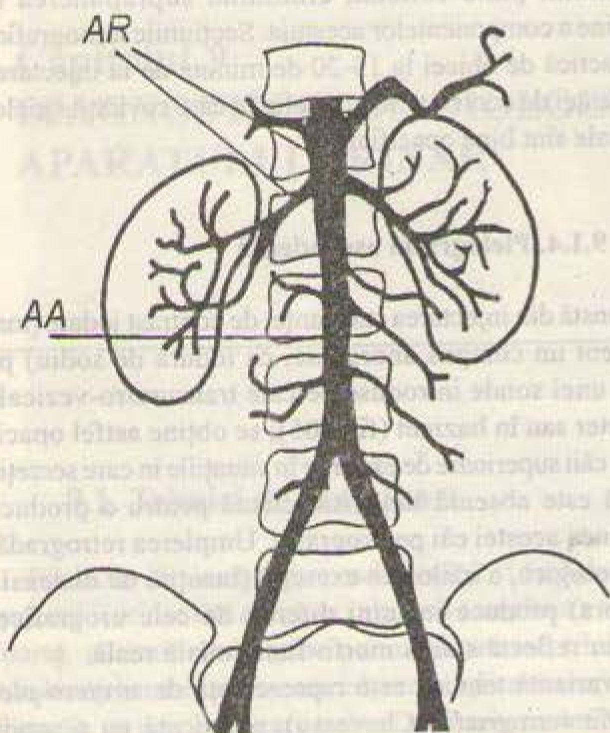


Fig.306. Arteriografie renală (reprezentare schematică).
AA: aorta; AR: artere renale.

9.1.7. Computer-tomografia

Permite o reprezentare deosebit de netă a structurilor renale, a contururilor rinichilor şi a rapoartelor acestora cu formaţiunile anatomice vecine (vezi fig.308).

Examenul poate fi practicat fără o pregătire specială sau după injectarea unei substanţe de contrast organo-iodate cu eliminare renală, care creşte intensitatea opacităţii parenchimului, permiţînd în acelaşi timp reprezentarea emonctoriilor.

9.1.8. Investigarea radioizotopică

Utilizează trasori cu eliminare pe cale renală, marcaţi cu radionuclizi emiţători gamma (I-131, Hg-197, Tc-99m), în scopul studiului funcţiei rinichilor şi al obţinerii *scintigramei* (nefrograma izotopică) (fig.309).

Scintigrafia utilizează în principal techneţiul 99m, iar ca trasori acidul dimercaptosuccinic (DMSA), acidul dietiltriaminopentaacetic (DTPA) sau compusul pertechnetat, pentru reprezentarea cu predominanţă a parenchimului renal, căilor de excreţie, respectiv perfuziei rinichilor. Instalaţiile necesare sînt cele descrise în Capitolul 2.

9.1.9. Examenul ultrasonografic al rinichilor şi căilor urinare

Larg utilizat în special datorită facilităţii execuţiei şi caracterului neagresiv, beneficiază de posibilitatea unei reprezentări uşor de interpretat a structurilor renale (vezi fig. 310), ca şi de imaginile deosebit de pregnante create de urină ("lichid pur") şi de structurile dense patologice (calculi).

9.1.10. Investigarea IRM

Permite obţinerea de imagini care sînt probabil cele mai apropiate de realitatea anatomică (vezi fig.311). Prin utilizarea diverselor secvenţe de puls (vezi Capitolul 4), pot fi reliefate detalii structurale normale şi patologice deosebit de semnificative pentru diagnosticul clinic.

9.2. Aspectul radiologic şi imagistic normal al organelor aparatului urinar

9.2.1. Rinichii

Pe *radiografia renală simplă* sau pe *urografie*, efectuate în condiţii tehnice corecte, rinichii produc imagini caracteristice, mai intens opace decît ţesutul adipos care îi înconjoară (fig.307).

Opacităţile renale, perfect omogene în stare normală, au o formă caracteristică, alungită în direcţie verticală; ele prezintă un contur extern convex şi unul intern, uşor concav sau rectilin. Contururile extremităţilor, superioară şi inferioară, apar rotunjite, polul superior prezentîndu-se de obicei mai ascuţit.

Din punctul de vedere al formei, rinichii recunosc numeroase variante: ei pot fi alungiţi sau dimpotrivă, scurţi ori globuloşi.

Imaginile renale sînt dispuse de o parte şi de alta a coloanei vertebrale, în vecinătatea imediată a marginii muşchilor psoas (care constituie un reper anatomo-radiologic important). Imaginea rinichiului drept se întinde de la corpul vertebral T12 pînă la apofiza transversă a vertebrei L3; rinichiul stîng se situează în mod obişnuit cu 2-3 cm mai sus (fig.307).

Mărimea celor două imagini renale este sensibil egală: axul longitudinal măsoară în medie 9-12 cm iar diametrul transversal aproximativ 6-7 cm.

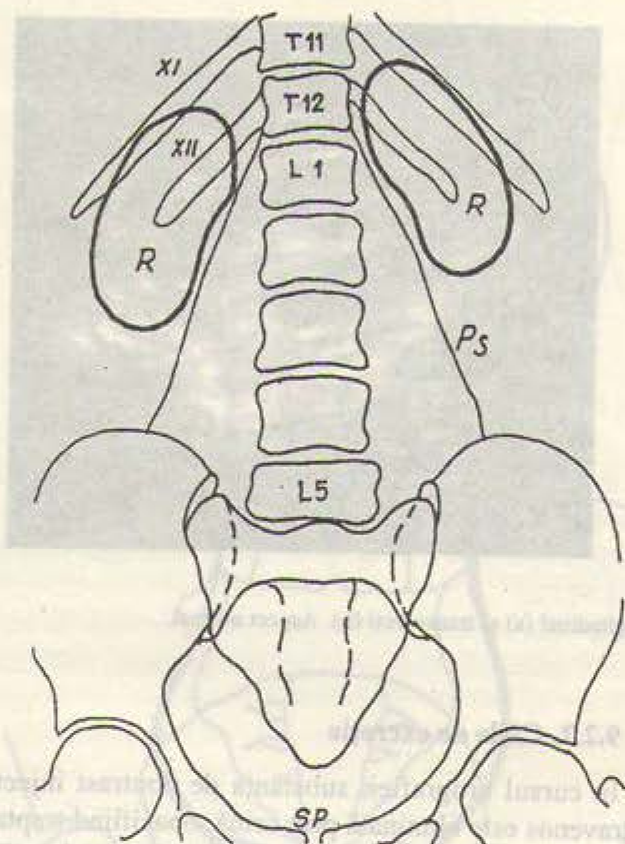


Fig.307. Imaginile renale pe radiografia simplă. R: rinichi; Ps: marginea mușchiului psoas; SP: simfiza pubiană.

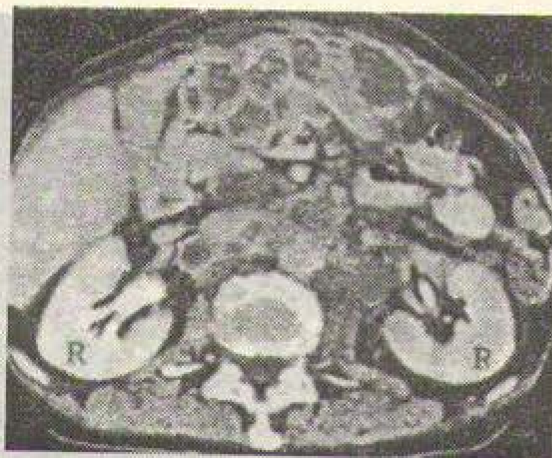


Fig.308. Secțiune CT în planul vertebrei L1. Rinichi (R) de aspect normal.

Dimensiunile rinichilor prezintă variții individuale în funcție de vîrstă și sex; asimetrii dimensionale între rinichii aceluiași individ sînt, de asemenea, frecvent întîlnite.

La copii, rinichii sînt relativ mari în raport cu ansamblul anatomic abdominal, polul lor inferior putînd atinge nivelul crestelor iliace; pînă la vîrsta de 4-6 ani, contururile laterale apar uneori ușor ondulate. La femei, dimensiunile rinichilor sînt în general mai reduse în comparație cu cele prezente la majoritatea bărbaților.

Axul mare, longitudinal sau polar, al fiecărui rinichi este orientat oblic, de sus în jos și dinăuntru în afară, astfel încît, polii superiori sînt separați, pe radiografia în plan frontal, printr-o distanță de 6-8 cm, iar polii inferiori prin una de 10-12 cm. Axele longitudinale ale celor două organe se întîlnesc în dreptul vertebrei a 10-a toracale; la copii și adulți longilini direcția lor este mai verticală.

In inspir, datorită excursiilor diafragmatice, rinichii suferă o coborîre de 1-2 cm; la trecerea din decubit în ortostatism, deplasarea inferioară poate atinge 4-5 cm.

Pe *secțiunile CT*, efectuate în planuri cuprinse între T12 și L2 sînt bine evidențiate contururile, structurile parenchimatoase, formațiunile hilurilor și capsulele grăsoase perirenale (fig. 308). Injectarea unei substanțe de contrast organo-iodate cu eliminare renală produce o "întărire" a opacității parenchimului, ca și apariția în imagine a emonctoriilor.

Scintigrama renală, în particular cea obținută cu technețiu 99m-DMSA (fig. 309), oferă, în condițiile unei stări funcționale normale, o bună reprezentare a dimensiunilor, poziției și omogenității structurale a rinichilor.

Pe *imaginile echografice* aspectul rinichilor se caracterizează prin diferența evidentă de reprezentare a corticalei, foarte slab echogenă în raport cu medulara și formațiunile hilurilor; capsula renală, intens reflectantă în regiunile în care este perpendiculară pe direcția fasciculului, este foarte bine reprezentată, marcînd cu precizie contururile organului (fig.310).

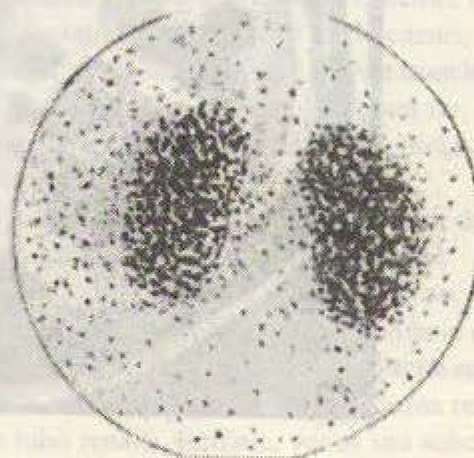


Fig.309. Scintigramă renală cu technețiu 99m-DMSA. Rinichi de aspect funcțional și morfologic normal.



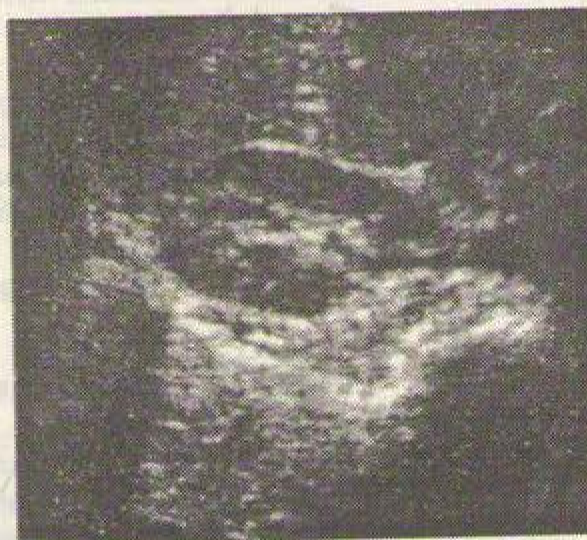


Fig.310. Imagini echografice ale rinichilor în plan longitudinal (a) şi transversal (b). Aspect normal.

Secţiunile IRM aduc, în raport cu cele CT un surplus de informaţie constînd în principal din reprezentarea diferenţiată a structurilor parenchimatoase (corticala şi medulara), ca şi a formaţiunilor vasculare ce deservesc rinichii (fig.311).

9.2.2. Căile de excreţie

In cursul urografiei, substanţa de contrast injectată intravenos este eliminată prin urină, opacifiind treptat şi punînd astfel în evidenţă diferitele segmente ale căii de excreţie (fig.312).

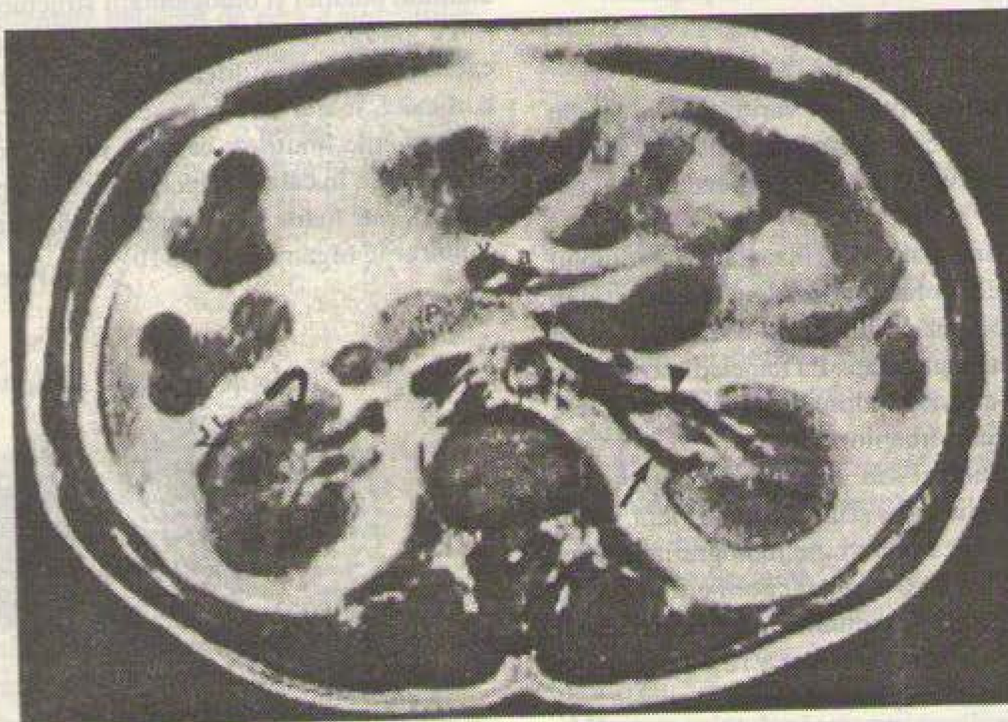


Fig.311. Secţiune transversală RM a abdomenului în planul rinichilor (ecou de spin. TR=500, TE=30ms). Săgeata albă: corticala renală; săgeata curbă: medulara; săgeata neagră: artera renală stîngă; vîrfuri de săgeţi negre: vena renală stîngă; a: artera mezenterică superioară; v: vena mezenterică superioară; P: pancreas.

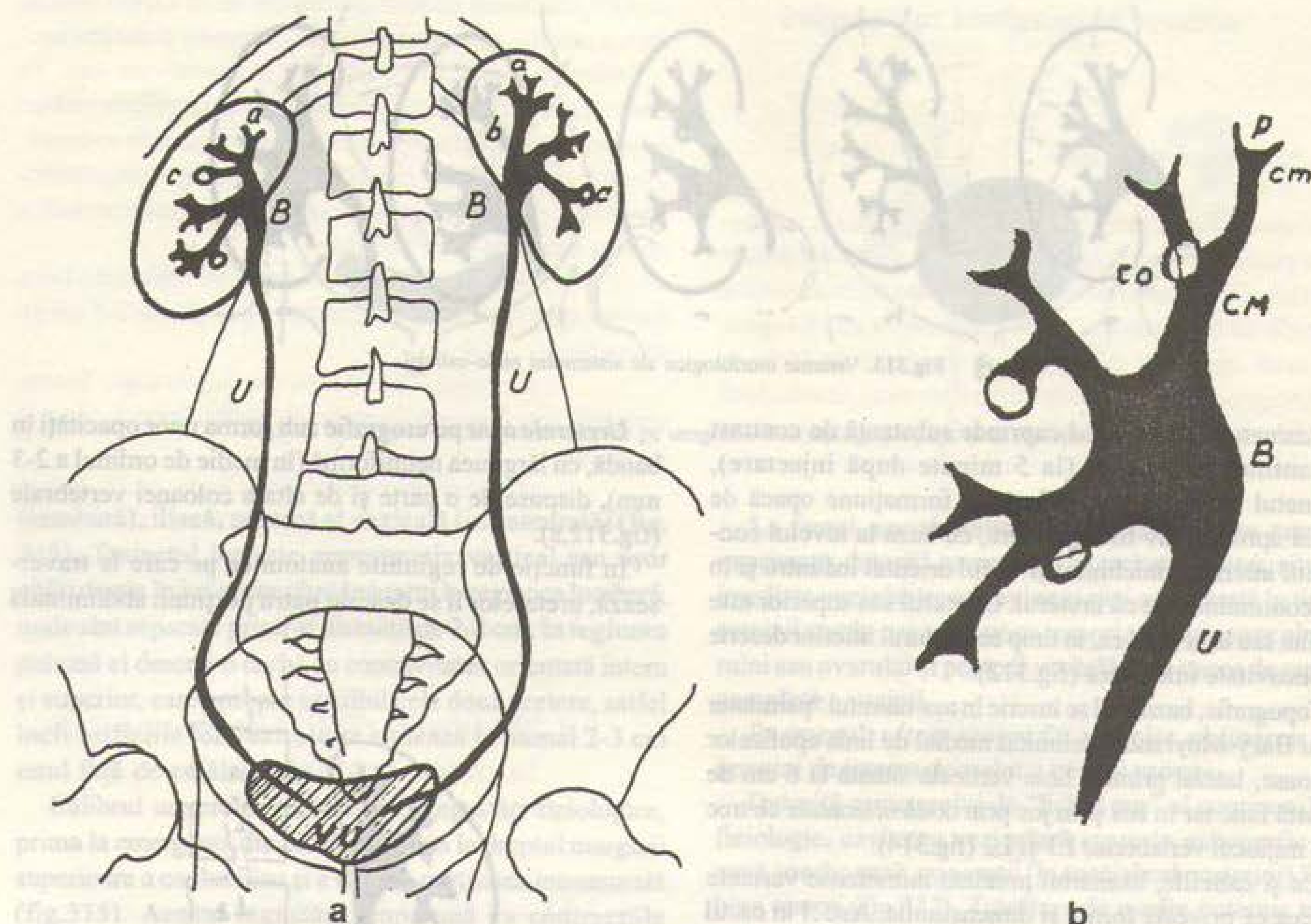


Fig.312. Urografie intravenoasă. a; imagine urografică de ansamblu. a: calicii mici; b: tije caliciale majore; c: cupe caliciale văzute ortograd; B: bazinete; U: uretere; VU: vezica urinară. b: detalii structurale ale arborelui pielocalicial. p: papilă; cm: calicii minore; CM: calicii majore; co: cupe caliciale văzute ortograd; B: bazinet; U: ureter.

Caliciile. In condiţii normale, caliciile încep să devină aparente la 2-3 minute de la injectarea produsului radioopac şi sînt complet şi net reprezentate după 5 minute de la începerea injectării. Ele se traduc prin imagini liniare opace, *tijele* caliciale, care se îndreaptă medial spre hilul renal iar lateral se termină în mici formaţiuni opace semilunare, în care proemină papilele, *cupele* caliciale. Acetea pot ajunge la o distanţă de 2-3 cm de conturul renal. Văzute ortograd, cupele caliciale apar ca opacităţi rotunde, mai intense la periferie sau ca imagini inelare (fig.312, c şi co).

Caliciile mici, formate din cupe şi tijele care le continuă nemijlocit, formează, prin unirea lor trunchiuri de dimensiuni mai mari, *caliciile* sau *trunchiurile caliciale majore* (fig.312,b,CM), care se termină în bazinet (B). La majoritatea subiecţilor examinaţi se evidenţiază trei calicii majore, superior, mijlociu şi inferior, de fiecare parte; acestea au un traiect oblic descendent, orizontal, respectiv oblic ascendent (fig.312).

Numărul, dimensiunile şi orientarea caliciilor recunosc apreciabile variaţii individuale. In unele cazuri, caliciile majore inferior şi mijlociu se unesc într-un trunchi comun înainte de deschiderea în bazinet. Mult mai rar, caliciile mici par să se continue direct cu bazinetul, fără a se uni în trunchiuri comune.

In fig.313 sînt schematizate cîteva variante de formă, dispoziţie şi dimensiuni ale sistemului calicial.

Pe imaginea obţinută prin pielografia ascendentă, caliciile apar cu un calibru mai mare iar cupele caliciale sînt destinse. In unele cazuri, se observă efracţia substanţei de contrast în afara căii de excreţie, sub forma refluxului tubular (în tubii renali), limfatic, venos sau subcapsular. Extravazarea substanţei de contrast este excepţională în cursul urografiei intravenoase.

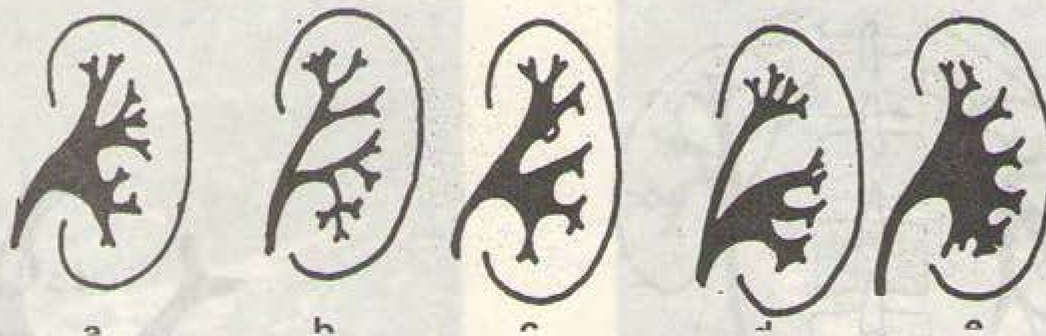


Fig.313. Variante morfologice ale sistemului pielo-caliciai.

Bazinetul. Atunci cînd cuprinde substanţă de contrast în cantitate suficientă (la 5 minute după injectare), bazinetul apare pe urografie ca o formaţiune opacă de formă aproximativ triunghiulară, cu baza la nivelul conturului intern al rinichiului şi vîrful orientat înăuntru şi în jos, continuîndu-se cu ureterul. Conturul său superior este rectilin sau uşor convex, în timp ce conturul inferior descrie o concavitate inferioară (fig.312).

Topografic, bazinetul se înscrie în aşa-numitul "patrulater al lui Bazy-Moyrand", delimitat medial de linia apofizelor spinoase, lateral printr-o linie verticală situată la 6 cm de această linie iar în sus şi în jos prin două orizontale ce trec prin mijlocul vertebrelor L1 şi L2 (fig.314).

Ca şi caliciile, bazinetul prezintă numeroase variante în ceea ce priveşte forma şi dimensiunile. Astfel în cazul formei ramificate, caliciile majore se unesc în imediata apropiere a emergenţei ureterului, bazinetul apărînd de dimensiuni foarte mici (fig.313,b); dimpotrivă, în forma ampulară, bazinetul se dezvoltă mult în interiorul rinichiului, caliciile majore fiind scurtate sau absente (fig.313,e). Intre aceste aspecte extreme se situează numeroase variante intermediare (fig.313).

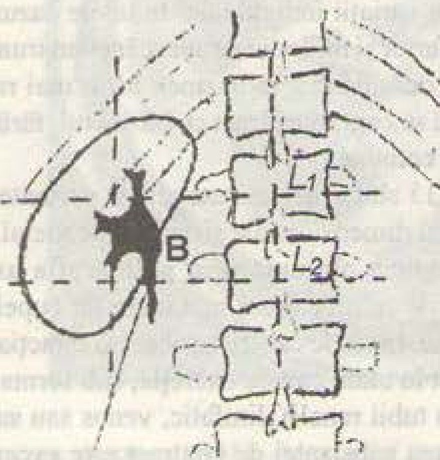


Fig.314. Patrulaterul Bazy-Moyrand.

Ureterele apar pe urografie sub forma unor opacităţi în bandă, cu lărgimea neuniformă (în medie de ordinul a 2-3 mm), dispuse de o parte şi de alta a coloanei vertebrale (fig.312,a).

In funcţie de regiunile anatomice pe care le traversează, ureterelor li se descriu patru porţiuni: abdominală

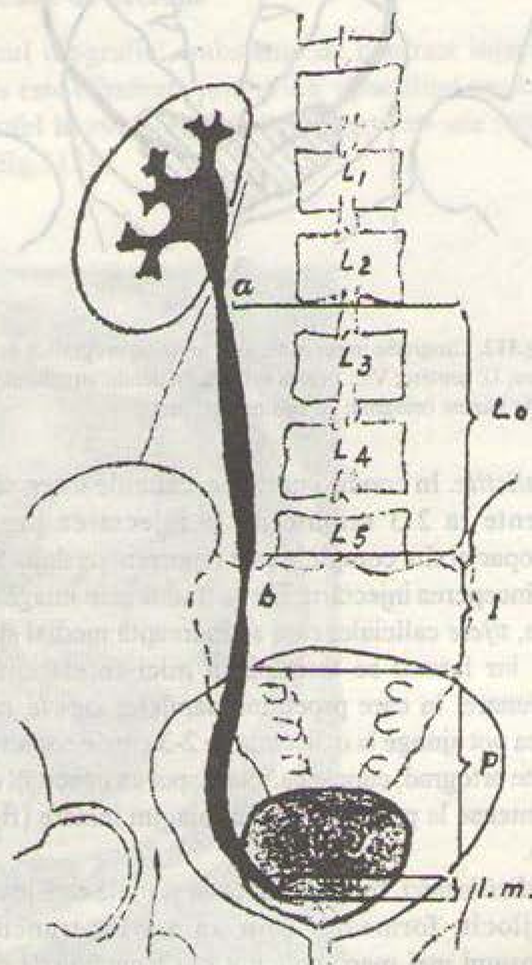
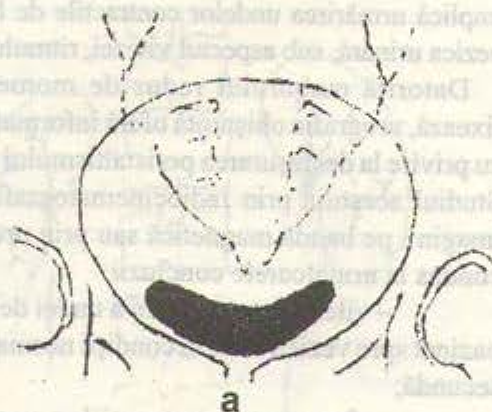


Fig.315. Porţiunile şi îngustările fiziologice ureterale. Lo: porţiunea lombară; I: porţiunea iliacă; P: porţiunea pelvină; I.m.: porţiunea intramurală; a: strîmtoarea superioară; b: strîmtoarea mijlocie; c: strîmtoarea inferioară.



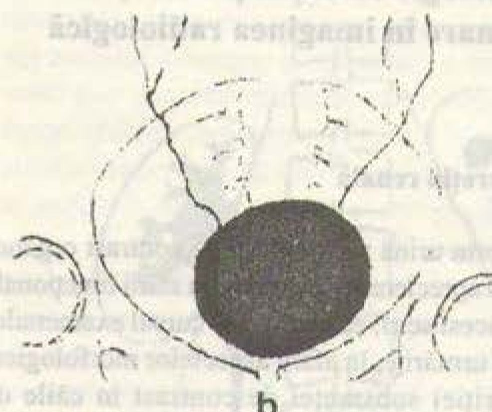


Fig.316. Imaginea vezicii urinare normale pe urografie. a:în repleţie parţială; b: în repleţie completă.

(lombară), iliacă, pelvină şi vezicală (intramurală) (fig. 315). Traiectul lor este aproximativ vertical sau uşor oblic de sus în jos şi din afară înăuntru în regiunea lombară, unde sînt separate printr-o distanţă de 7-8 cm; în regiunea pelvină el descrie o curbă cu concavitatea orientată intern şi superior, care apropie sensibil cele două uretere, astfel încît orificiile lor vezicale se situează la numai 2-3 cm unul faţă de celălalt (fig.312,a).

Calibrul ureterelor prezintă trei îngustări fiziologice, prima la emergenţa din bazinet, a doua în dreptul marginii superioare a osului iliac şi a treia în porţiunea intramurală (fig.315). Aceste îngustări, împreună cu contracţiile peristaltice, care tind să fragmenteze lumenul ureteral în segmente fuziforme, explică lărgimea neuniformă a ureterului pe imaginea urografică, Desfăşurarea peristaltismului face ca, pe de o parte, imaginea ureterului să fie în mod normal fragmentată, pe de alta, ca pe radiografiile succesive să apară reprezentate regiuni diferite ale organului.

In realitate, un ureter opacifiat în întregime pe urografie sau care prezintă porţiuni nemodificate de la o expunere la alta este de regulă patologic; el şi-a pierdut pe toată întinderea sau pe un anumit segment funcţia contractilă.

Vezica urinară. Imaginea vezicii urinare pe urografie (sau pe cistografie) depinde substanţial de gradul ei de umplere cu urină opacifiată. In stare de repleţie completă, vezica apare sub aspectul unei opacităţi rotunde sau ovalare, omogene, cu conturuari nete şi regulate, dispusă în regiunea suprapubiană a pelvisului; în repleţie incompletă, forma opacităţii este aproximativ triunghiulară, cu conturul superior uşor concav şi vîrfurile laterale rotunjite (fig.316, a şi b).

La femei, concavitatea marginii superioare este mai exprimată, datorită compresiei exercitate de uter, situat în imediata vecinătate; ea devine şi mai accentuată în timpul sarcinii sau în prezenţa unor tumori voluminoase ale uterului sau ovarului şi poate fi vizibilă şi în starea de repleţie completă a vezicii.

Examenul *ultrasonografic* permite obţinerea unei imagini de interes deosebit a vezicii urinare.

Datorită caracterului de "lichid pur" al conţinutului ei fiziologic, cavitatea veziculară apare în echografie ca o zonă anechogenă, cu pereţii (în special cel posterior) foarte bine marcţi (fig.317). Trăsătura de mediu puternic transsonic a urinii facilitează în acelaşi timp reprezentarea în imagine a formaţiunilor anatomice situate mai profund în raport cu sursa, îndeosebi a uterului (fig.317).

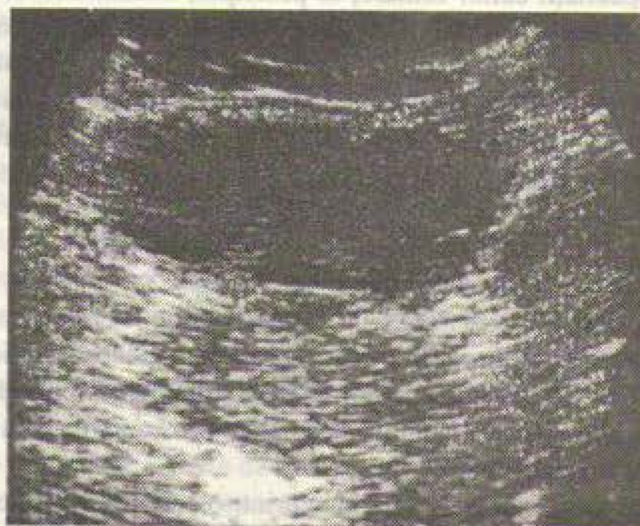


Fig.317. Imagine echografică a vezicii urinare. Sub vezica în repleţie sînt aparente structuri ale corpului uterin, a căror reprezentare este "facilitată" de lipsa de echogenitate a urinii.

9.3. Fiziologia secreţiei şi excreţiei urinare în imaginea radiologică

9.3.1. Secreţia renală

Eliminarea prin urină a substanţei de contrast organoiodate permite o apreciere aproximativă a stării funcţionale a rinichilor. In acest sens, este util ca în cursul examenului urografic să fie urmărite, în afara aspectelor morfologice, *momentul* apariţiei substanţei de contrast în căile de excreţie, *gradul* şi *simetria* opacifierii acestora de cele două părţi. Pe această cale se pot obţine relaţii asupra capacităţii celor doi rinichi de a elabora, concentra şi elimina urina secretată.

In mod normal, substanţa de contrast poate fi evidenţiată în calea de excreţie în primele 5-6 minute de la injectare; opacifierea este maximă la 12-15 minute, apoi descreşte la nivelul formaţiunilor pielo-caliciale, astfel că la 20-30 de minute devine slab perceptibilă.

La majoritatea persoanelor normale, opacifierea caliciilor începe la 50-60 secunde iar a vezicii urinare la 2-3 minute de la injectare. Momentul apariţiei substanţei de contrast în căile de excreţie (semnul Ravassini") rămîne însă un test fiziologic destul de nesigur; de asemenea, rămîne incertă semnificaţia unui uşor decalaj în timp între cele două căi de excreţie în ceea ce priveşte acest moment.

Capacitatea de concentrare a substanţei de contrast de către cei doi rinichi creează un anumit grad de intensitate a opacităţii căilor urinare; în principiu, intensitatea este egală sau comparabilă de cele două părţi ("semnul von Lichtenberg"). Datorită numeroşilor factori care pot concura la o aparentă inegalitate a intensităţilor, aceasta nu are o semnificaţie patologică decît dacă este foarte exprimată sau se asociază cu alte modificări radiologice.

9.3.2. Excreţia urinară

Examenul urografic permite evaluarea stării funcţionale a căilor de excreţie sub aspectul celor două proprietăţi fundamentale ce asigură progresia şi evacuarea urinii, *tonusul* şi *contractilitatea*.

Tonusul normal se traduce printr-o anumită lărgime a cavităţilor opacifiate, comparabilă de cele două părţi, care exprimă un volum corespunzător al acestora, dependent în mare măsură de starea de contracţie permanentă a musculaturii parietale, adică de tonus.

Aprecierea *contractilităţii* (peristalticii) căii de excreţie implică urmărirea undelor contractile de la calicii pînă la vezica urinară, sub aspectul vitezei, ritmului şi duratei lor.

Datorită numărului redus de momente pe care le fixează, urografia obişnuită oferă informaţii relativ reduse cu privire la desfăşurarea peristaltismului căii de excreţie. Studiul acestuia prin radiocinematografie, înregistrarea imaginii pe bandă magnetică sau prin urografia seriată a condus la următoarele concluzii:

– viteza de propagare a undei de contracţie de la bazinet spre vezică este, în condiţii normale, de 2-5 cm pe secundă;

– frecvenţa contracţiilor ureterului, foarte variabilă, este cuprinsă, în aceleaşi condiţii, între 1-10 unde pe minut;

– amplitudinea contracţiilor creşte, cu cît undele se apropie de vezică. Faza de sistolă a undei realizează obstrucţia completă a lumenului ureteral, ceea ce explică faptul că pe o expunere urografică ureterul apare fragmentat în 2-3 segmente fuziforme.

9.4. Modificări radiologice elementare în condiţii patologice

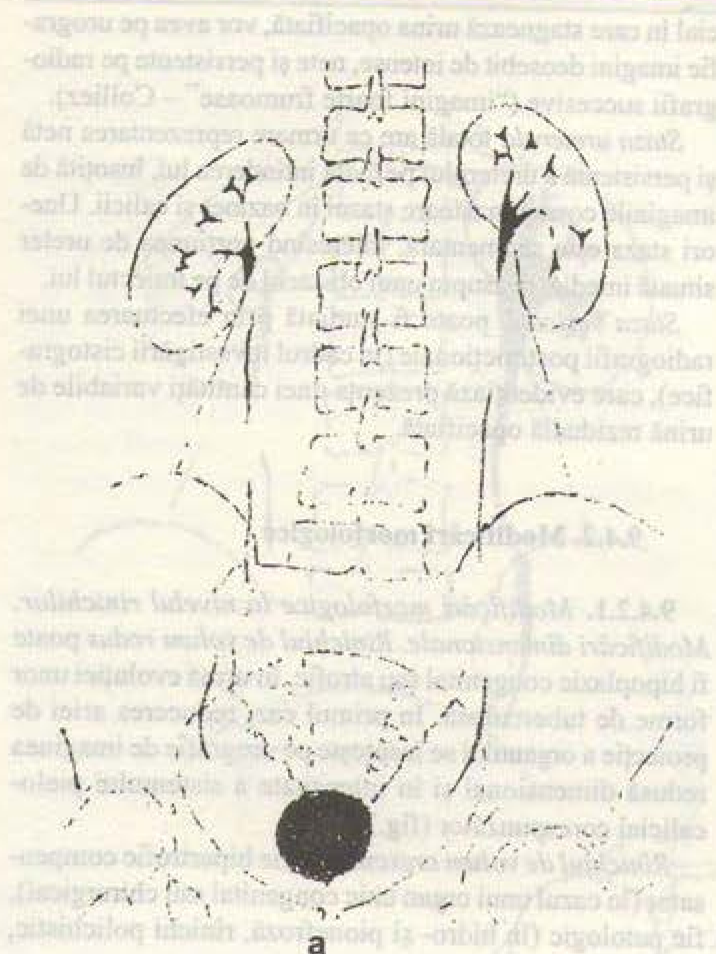
9.4.1. Modificări funcţionale

9.4.1.1. *Tulburările secreţiei renale.* In funcţie de intensitatea lor, tulburările funcţiei secretorii a rinichilor au o reprezentare urografică diferită.

Intîrzierea secreţiei se traduce prin absenţa imaginii pielo-caliciale în primele 5-6 minute de la injectare; precizarea momentului de apariţie a substanţei de contrast implică în asemenea situaţii expuneri repetate în primele 10-20 de minute.

Intîrzierea secreţiei poate fi un fenomen reflex, tranzitoriu, în cazul unei colici nefretice sau abdominale; ea devine constantă în insuficienţa renală.

Absenţa secreţiei este marcată radiologic prin lipsa de opacifiere a căii de excreţie după 30 de minute de la injectarea substanţei de contrast; ea poate traduce absenţa congenitală sau chirurgicală a unui rinichi sau un rinichi exclus funcţional. Cu excepţia stărilor reflexe, consecutive colicilor foarte recente, acest aspect se datorează de regulă alterării întinse şi definitive a parenchimului renal prin procese infecţioase (tuberculoză, pionefroză), traumatice, tumorale, ca şi prin persistenţa durabilă a unui obstacol în calea de excreţie.



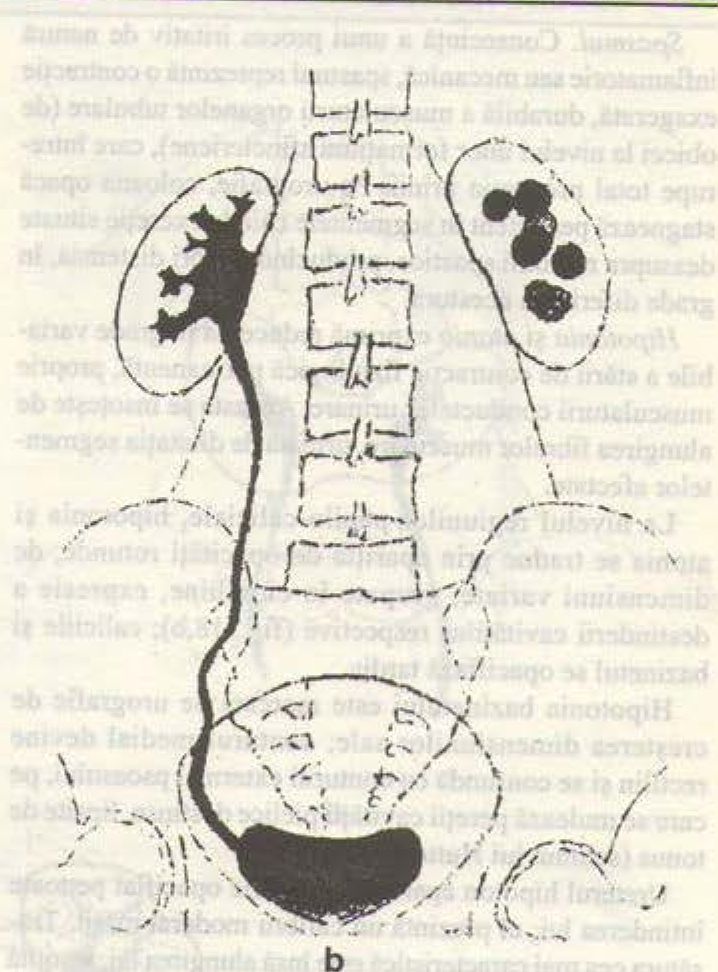


Fig.318. Aspecte radiologice produse de hipertonia (a) şi hipotonia (b) organelor căii de excreţie (imagini urografice). a: hipertonie. Calicii şi tije caliciale înguste, bazinet de dimensiuni mici, uretere de calibru redus, hiperfragmentate; vezică de volum redus, globuloasă. b: de partea dreaptă, hipotonie a bazinetului (dilatat, cu conturul intern placat pe psoas) şi ureterului (alungit, sinuos, opacifiat pe toată întinderea); de partea stîngă, atonie papilo-calicială (regiunile papilo-caliciale apar sub formă de opacităţi rotunde, grupate în ciorchine).

Modificarea concentraţiei. Reducerea capacităţii parenchimului renal de a concentra substanţa de contrast conduce la apariţia unor imagini pielo-caliciale de intensitate slabă, cu netitate diminuată. Acest aspect este uşor de evidenţiat cînd este unilateral şi se întîlneşte mai ales în tuberculoza renală.

Intensitatea bilateral redusă a opacităţii căilor de excreţie poate fi consecinţa pregătirii insuficiente a pacientului sau condiţiilor tehnice necorespunzătoare.

Inegalitatea gradului de opacifiere a cavităţilor pielo-caliciale este uneori urmarea unei secreţii mai intense a unuia din rinichi, aşa cum se întîmplă în unele cazuri de tuberculoză renală incipientă, sau, mai frecvent, stazei în una din căile de excreţie, produsă de un obstacol ureteral, care măreşte intensitatea opacităţii segmentelor suprajacente.

9.4.1.2. *Tulburările excreţiei urinare* sînt de ubicei consecinţa unui obstacol care împiedică scurgerea normală a urinii şi antrenează un efort neobişnuit din partea musculaturii netede a organelor tubulare (calicii, bazinet, ureter), cu consecinţe variate asupra lumenului acestor organe.

Hipertonia se traduce la nivelul caliciilor prin imagini de dimensiuni reduse ale regiunilor papilo-caliciale; tijele caliciale apar înguste, întrerupte pe anumite porţiuni. Bazinetul îşi reduce, de asemenea, aria de proiecţie şi este de obicei slab opacifiat, datorită evacuării rapide. La nivelul ureterului, segmentaţia fiziologică apare exagerată, imaginea lui putînd dispare pe întinderi mari sau uneori chiar în totalitate. Vezica hipertonă produce o imagine opacă de formă rotundă şi de dimensiuni mici (fig.318,a).

Hiperkinezia însoţeşte deseori hipertonia şi reprezintă o modalitate reflexă de învingere a unui obstacol instalat recent în calea de excreţie. Exagerarea peristaltismului organelor tubulare este mai greu de apreciat pe urografia obişnuită; ea poate fi surprinsă uneori la nivelul ureterelor, care prezintă o creştere a numărului şi amplitudinii undelor contractile.

Spasmul. Consecinţă a unui proces iritativ de natură inflamatorie sau mecanică, spasmul reprezintă o contracţie exagerată, durabilă a musculaturii organelor tubulare (de obicei la nivelul unor formaţiuni sfincteriene), care întrerupe total progresia urinii. Pe urografie, coloana opacă stagnează persistent în segmentele căii de excreţie situate deasupra regiunii spastice, producînd uneori distensia, în grade diferite, a acestora.

Hipotonia şi *atonia* exprimă reducerea în grade variabile a stării de contracţie fiziologică permanentă, proprie musculaturii conductelor urinare. Aceasta se însoţeşte de alungirea fibrelor musculare, urmată de dilataţia segmentelor afectate.

La nivelul regiunilor papilo-caliciale, hipotonia şi atonia se traduc prin apariţia de opacităţi rotunde, de dimensiuni variate, grupate în ciorchine, expresie a destinderii cavităţilor respective (fig.318,b); caliciile şi bazinetul se opacifiază tardiv.

Hipotonia bazinetului este marcată pe urografie de creşterea dimensiunilor sale; conturul medial devine rectilin şi se confundă cu conturul extern al psoasului, pe care se mulează pereţii cavităţii pielice destinse, lipsite de tonus (semnul lui Hutter).

Ureterul hipoton apare pe urografie opacifiat pe toate întinderea lui; el prezintă un calibru moderat mărit. Trăsătura cea mai caracteristică este însă alungirea lui, însoţită de cuduri care îi conferă un traiect sinuos (fig.318).

Staza. Incetinirea sau oprirea tranzitului la nivelul unui segment al aparatului urinar, urmate de stagnarea urinii opacifiate, produce pe urografie imagini caracteristice.

Staza renală poate fi determinată de orice obstacol de natură organică sau funcţională situat în calea de excreţie. Dacă obstacolul realizează o creştere bruscă a presiunii intrapielice, la valori de peste 60-65 mm Hg, rezultatul este reţinerea produselor de secreţie în parenchimul şi tubii renali şi absenţa substanţei de contrast în căile de excreţie.

Radiologic, se creează aspectul de stază renală totală, caracterizat prin intensificarea pronunţată a opacităţii imaginilor renale ("nefrografie"), cu absenţa reprezentării arborelui pielo-calicial şi ureterului de partea respectivă. Acest aspect, caracteristic stazei renale totale, este etichetat şi ca *nefrografie fără pielografie*.

Staza renală parţială se traduce urografic prin creşterea opacităţii imaginii renale (nefrografie), însoţită de opacifierea căii de excreţie corespunzătoare, care prezintă un aspect normal sau este uşor dilatată. Aspectul este cunoscut ca *nefrografie cu pielografie* şi este determinat de un obstacol incomplet la nivelul căii de excreţie.

Staza pielo-calicială. In funcţie de sediul obstacolului, un caliciu, un grup calicial sau întregul sistem pielo-calicial în care stagnează urina opacifiată, vor avea pe urografie imagini deosebit de intense, nete şi persistente pe radiografii succesive ("imagini foarte frumoase" – Colliez).

Staza ureterală totală are ca urmare reprezentarea netă şi persistentă a ureterului pe toată întinderea lui, însoţită de imaginile corespunzătoare stazei în bazinet şi calicii. Uneori staza este segmentară, interesînd porţiunea de ureter situată imediat deasupra unui obstacol de pe traiectul lui.

Staza vezicală poate fi studiată prin efectuarea unei radiografii postmicţionale (în cadrul investigării cistografice), care evidenţiază prezenţa unei cantităţi variabile de urină reziduală opacifiată.

9.4.2. Modificări morfologice

9.4.2.1. *Modificări morfologice la nivelul rinichilor. Modificări dimensionale. Rinichiul de volum redus* poate fi hipoplazic congenital sau atrofic, în urma evoluţiei unor forme de tuberculoză. In primul caz, reducerea ariei de proiecţie a organului se însoţeşte pe urografie de imaginea redusă dimensional şi în intensitate a sistemului pielo-calicial corespunzător (fig.319,a).

Rinichiul de volum crescut este fie hipertrofic compensator (în cazul unui organ unic congenital sau chirurgical), fie patologic (în hidro- şi pionefroză, rinichi polichistic, tumori renale etc.).

In afara modificării dimensionale a rinichiului, urografia şi pielografia pun în evidenţă modificări corespunzătoare de dimensiuni şi formă ale sistemului pielo-calicial (fig.319).

Modificările de formă sînt prezente în cazul unor anomalii congenitale (rinichiul în potcoavă, rinichiul sigmoid) sau al unor procese tumorale care produc o creştere parţială a volumului renal (fig.319, b şi c).

Modificările contururilor. Formaţiunile chistice, tumorale şi pseudotumorale de dimensiuni mari creează denivelări ale contururilor renale, sub formă de boselări unice sau multiple; în cazul rinichiului polichistic, contururile devin policiclice (fig.319,c). Căile de excreţie superioare prezintă în asemenea situaţii modificări corespunzătoare procesului patologic prezent.

Modificările de poziţie. Deplasările rinichiului se pot produce în toate direcţiile, ca urmare a împingerii lui prin procese expansive din vecinătate. Mai frecvent este însă consemnată coborîrea, consecinţă a ectopiei sau ptozei renale.

Identificarea imaginii renale într-o poziţie neobişnuită (mai ales la nivelul pelvisului, în cazul rinichiului mult coborît) este uneori foarte dificilă; ea trebuie să fie întotdeauna controlată prin practicarea unei urografii.

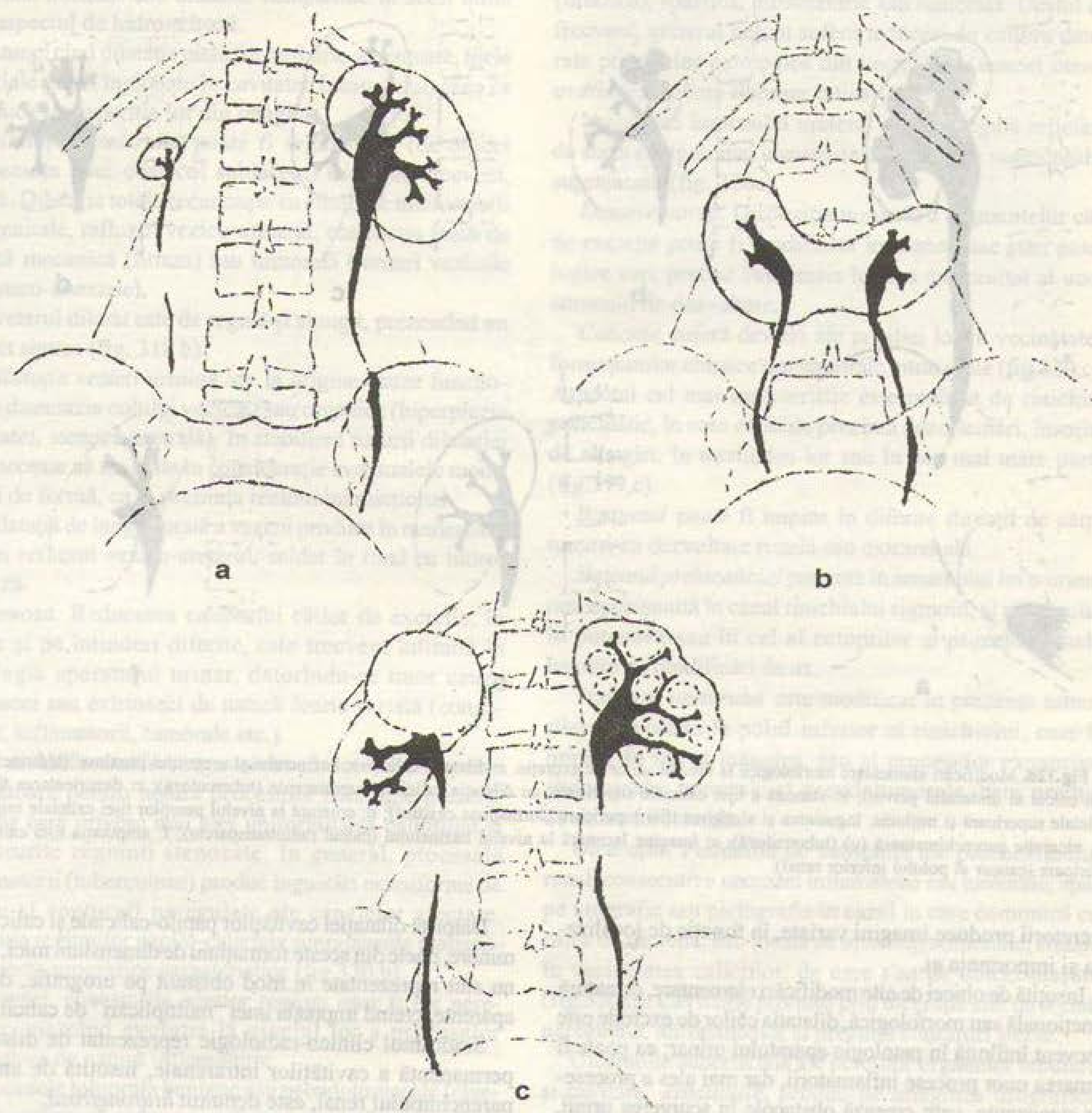


Fig.319. Modificări de dimensiuni, formă şi contururi ale rinichiului. a: rinichi hipoplazic congenital (dreapta), rinichi hipertrofic compensator (stînga); b: rinichi în potcoavă; c: tumoare malignă de pol superior (dreapta), rinichi polichistic (stînga).

Modificări de ax. Rotaţia rinichiului în jurul axului său longitudinal (constituţională, mai rar dobîndită) îl poate aduce într-un plan mai mult sau mai puţin sagital ("rinichi sagitalizat"). Consecinţa este reducerea în imagine a diametrului transversal, ca şi a dimensiunilor bazinetului pe urografie. Tijele caliciale şi regiunile papilo-caliciale sînt parţial acoperite de bazinet, a cărui extremitate distală se proiectează, împreună cu ureterul superior, peste imaginea rinichiului.

9.4.2.2 *Modificări morfologice la nivelul căilor de excreţie. Dilataţia.* Consecinţă a pierderii tonusului muscular şi relaxării consecutive a pereţilor, dilataţia cavităţilor

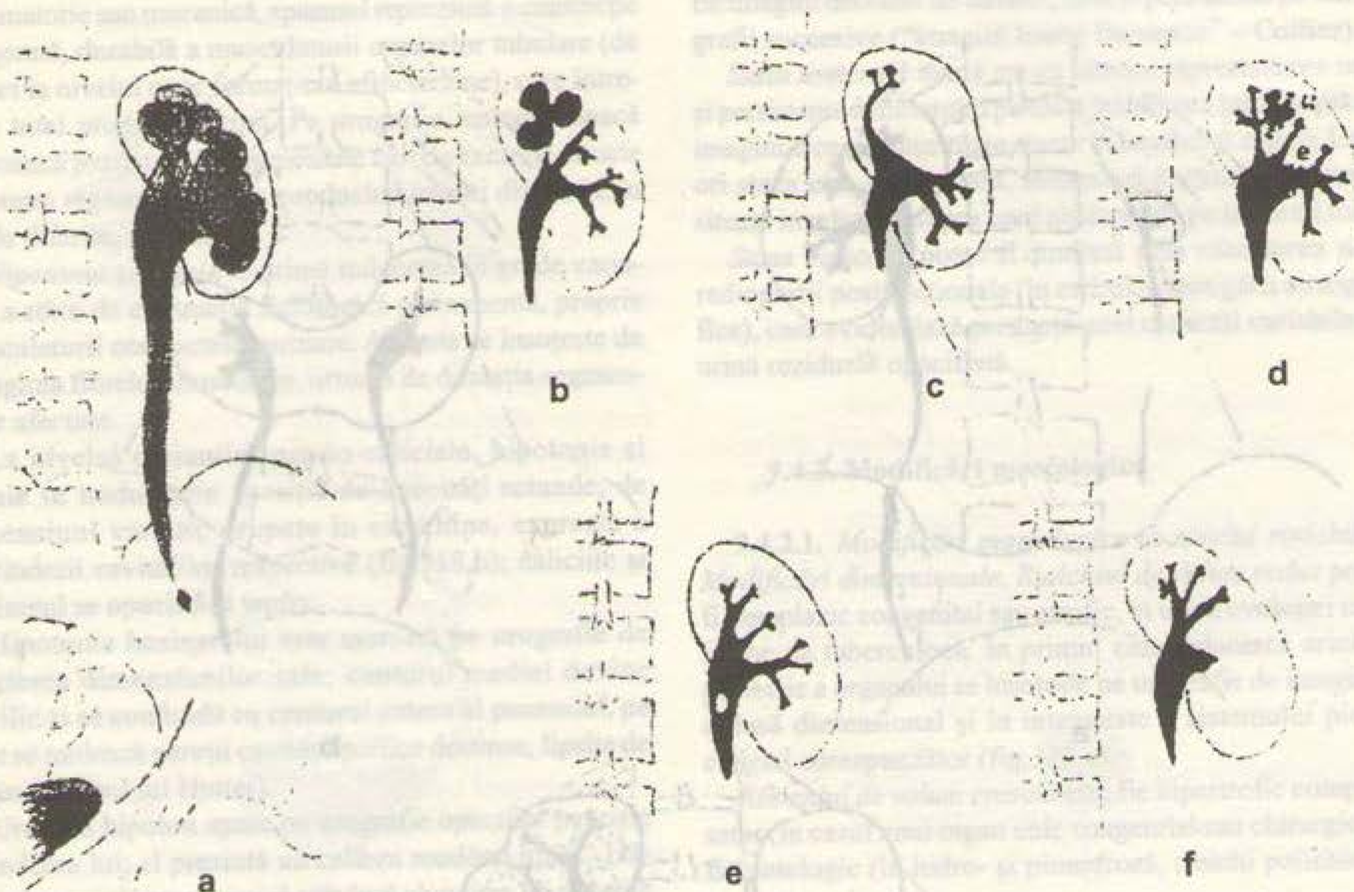


Fig.320. Modificări elementare morfologice la nivelul căilor de excreţie. a: dilataţia caliciilor, bazinetului şi ureterului proximal (hidronefroză prin calcul al ureterului pelvin); b: stenoză a tijei caliciale superioare, cu dilataţia caliciilor suprajacente (tuberculoză); c: dezorientarea tijelor caliciale superioară şi mijlocie, îngustarea şi alungirea tijei superioare (formaţiune chistică); d: eroziuni la nivelul pereţilor tijei caliciale mijlocii (e), ulceraţie parenchimatoasă (u) (tuberculoză); e: imagine lacunară la nivelul bazinetului (calcul radiotransparent); f: amputaţia tijei caliciale inferioare (cancer al polului inferior renal).

excretorii produce imagini variate, în funcţie de localizarea şi importanţa ei.

Insoţită de obicei de alte modificări elementare, de natură funcţională sau morfologică, dilataţia căilor de excreţie este frecvent întîlnită în patologia aparatului urinar; ea poate fi urmarea unor procese inflamatorii, dar mai ales a proceselor stenozante, care creează obstacole în scurgerea urinii, determinînd în ultimă instanţă epuizarea funcţională a fibrelor musculare din pereţii segmentelor suprajacente.

Dilataţia caliciilor. Mărirea de volum a cavităţilor papilo-caliciale duce la apariţia pe urografie a unor imagini opace rotunde, de dimensiuni variabile, cu intensitate redusă. Imaginile corespund distensiei unui singur caliciu minor, unui grup calicial (fig.320,b) sau caliciilor în totalitate (fig.320,a), realizînd aspectul de hidronefroză). In acest ultim caz, ele pot apare, mai ales pe expunerile urografice iniţiale, în absenţa imaginii bazinetului (fig. 318,b, stînga) sau însoţesc un bazinet foarte slab opacifiat.

Datorită dilataţiei cavităţilor papilo-caliciale şi caliciilor minore, unele din aceste formaţiuni de dimensiuni mici, care nu sînt reprezentate în mod obişnuit pe urografie, devin aparente, creînd impresia unei "multiplicări" de calicii.

Sindromul clinico-radiologic reprezentat de dilataţia permanentă a cavităţilor intrarenale, însoţită de atrofia parenchimului renal, este denumit *hidronefroză*.

Gradul de atrofie a parenchimului poate fi apreciat măsurînd distanţa dintre marginea externă a caliciilor şi conturul renal; această distanţă se reduce considerabil în cazul unei atrofii parenchimatoase pronunţate (pînă la mai puţin de 1 cm).

Dilataţia bazinetului poate fi de natură congenitală; mai frecvent ea este însă consecinţa unor procese obstructive ureterale, care conduc la stază pielică prelungită. Imaginea bazinetului dilatat prezintă contururi convexe; ea poate depăşi medial opacitatea muşchiului psoas (fig.320,a).

Bazinetul mărit de volum poate fi însoţit de imagini caliciale normale sau dilatate, completînd în acest ultim caz aspectul de hidronefroză.

Atunci cînd dilataţia pielică este foarte accentuată, tijele caliciale pot fi înglobate în cavitatea bazinetului, ceea ce conduce la dispariţia lor din imagine.

Dilataţia ureterului poate fi segmentară (de obicei consecinţa unui obstacol subjacent) sau, mai frecvent, totală. Dilataţia totală recunoaşte ca etiologie malformaţii congenitale, refluxul vezico-ureteral, obstrucţia joasă de natură mecanică (litiaza) sau tumorală (tumori vezicale sau utero-anexiale).

Ureterul dilatat este de regulă şi alungit, prezentînd un traiect sinuos (fig. 318 b).

Dilataţia vezicii urinare are la origine cauze funcţionale (disectazia colului vezical) sau organice (hiperplazia prostatei, stenoză uretrală). In stabilirea naturii dilataţiei este necesar să fie luate în consideraţie eventualele modificări de formă, ca şi prezenţa reziduului micţional.

Dilataţia de lungă durată a vezicii produce în numeroase cazuri refluxul vezico-ureteral, soldat în final cu hidronefroză.

Stenoza. Reducerea calibrului căilor de excreţie, în grade şi pe întinderi diferite, este frecvent întîlnită în patologia aparatului urinar, datorîndu-se unor cauze intrinseci sau extrinseci de natură foarte variată (congenitale, inflamatorii, tumorale etc.).

La nivelul *caliciilor*, îngustarea se însoţeşte de aspecte revelatoare pentru natura procesului patologic prezent, aspecte care privesc mai ales uniformitatea calibrului şi contururile regiunii stenozate. In general, procesele inflamatorii (tuberculoza) produc îngustări neuniforme de lumen şi contururi neregulate ale canalelor afectate. Dilataţia regiunilor papilo-caliciale suprajacente realizează aspecte urografice caracteristice (fig.320,b).

Deseori, contururile acestor regiuni apar şi ele neregulate, marcînd evoluţia la nivelul lor a proceselor distructive de natură inflamatorie.

Procesele tumorale benigne sau pseudotumorale (chisturile) realizează reduceri uniforme de calibru canalicular; caliciile îngustate păstrează contururi regulate şi sînt uneori alungite şi deviate (fig.320,c).

Stenoza bazinetului poate fi consecinţa proceselor scleroase constituite în evoluţia tuberculozei sau a invaziei tumorale a organului. In aceste cazuri, calibrul este redus neuniform iar contururile sînt neregulate (parţial şterse în cazul tumorilor pielice infiltrative). Compresia extrinsecă, prin procese expansive de vecinătate, produce, de asemenea, îngustări de calibru, sub forma de amprente mai mult sau mai puţin exprimate, cu contururi regulate.

Stenoza ureterului este de natură congenitală, mecanică (litiazică), spastică, inflamatorie sau tumorală. Destul de frecvent, ureterul pelvin suferă reduceri de calibru datorate proceselor patologice din vecinătate (tumori utero-ovariene, procese fibroase întinse etc.).

Ingustarea lumenului ureteral este de regulă reliefată de staza şi hipotonia, urmate de dilataţie, ale segmentului suprajacent (fig. 320a).

Dezorientarea. Dispoziţia normală a segmentelor căii de excreţie poate fi modificată în numeroase stări patologice care produc compresia lor sau ca rezultat al unor anomalii de dezvoltare.

Caliciile suferă devieri ale poziţiei lor în vecinătatea formaţiunilor chistice sau tumorale intrarenale (fig.320,c). Aspectul cel mai caracteristic este realizat de rinichiul polichistic, în care caliciile prezintă dezorientări, însoţite de alungiri, în totalitatea lor sau în cea mai mare parte (fig.319,c).

Bazinetul poate fi împins în diferite direcţii de către tumori cu dezvoltare renală sau extrarenală.

Sistemul pielocalicial prezintă în ansamblul lui o orientare neobişnuită în cazul rinichiului sigmoid, al rinichiului în potcoavă sau în cel al ectopiilor şi ptozelor renale însoţite de modificări de ax.

Traiectul *ureterului* este modificat în prezenţa tumorilor dezvoltate la polul inferior al rinichiului, care îl împing în sus şi înăuntru, sau al proceselor expansive abdominale, tumorale şi pseudotumorale, care produc devierea lui laterală.

Ulceraţia. Pierderile de substanţă ale parenchimului renal, consecutive necrozei inflamatorii sau tumorale, apar pe urografie sau pielografie în cazul în care comunică cu calea de excreţie, sub forma de opacităţi adiţionale, situate în vecinătatea caliciilor, de care sînt de obicei ataşate (fig.320,d). Cavităţile produse prin ulceraţie sînt de formă neregulată, anfractuoasă, şi prezintă contururi şterse.

Ulceraţiile superficiale ale pereţilor organelor tubulare şi cavitare, *eroziunile*, produc pe imaginea urografică neregularităţi de contur şi mici creşteri de calibru, asimetrice, circumscrise, pe întinderi reduse (fig.320,d).

Eroziunile şi ulceraţiile sînt frecvent întîlnite în tuberculoza renală, însoţind alte modificări elementare; ele pot apare, de asemenea, în evoluţia unor tumori maligne sau procese inflamatorii nespecifice (pionefroze).

Lacunele sînt expresia radiologică a proceselor expansive dezvoltate în cavităţile căii de excreţie, unde, pe urografie sau pielografie, creează zone transparente (neopacifiate de substanţa de contrast), dispuse central sau marginal. In afara tumorilor benigne sau maligne, pot

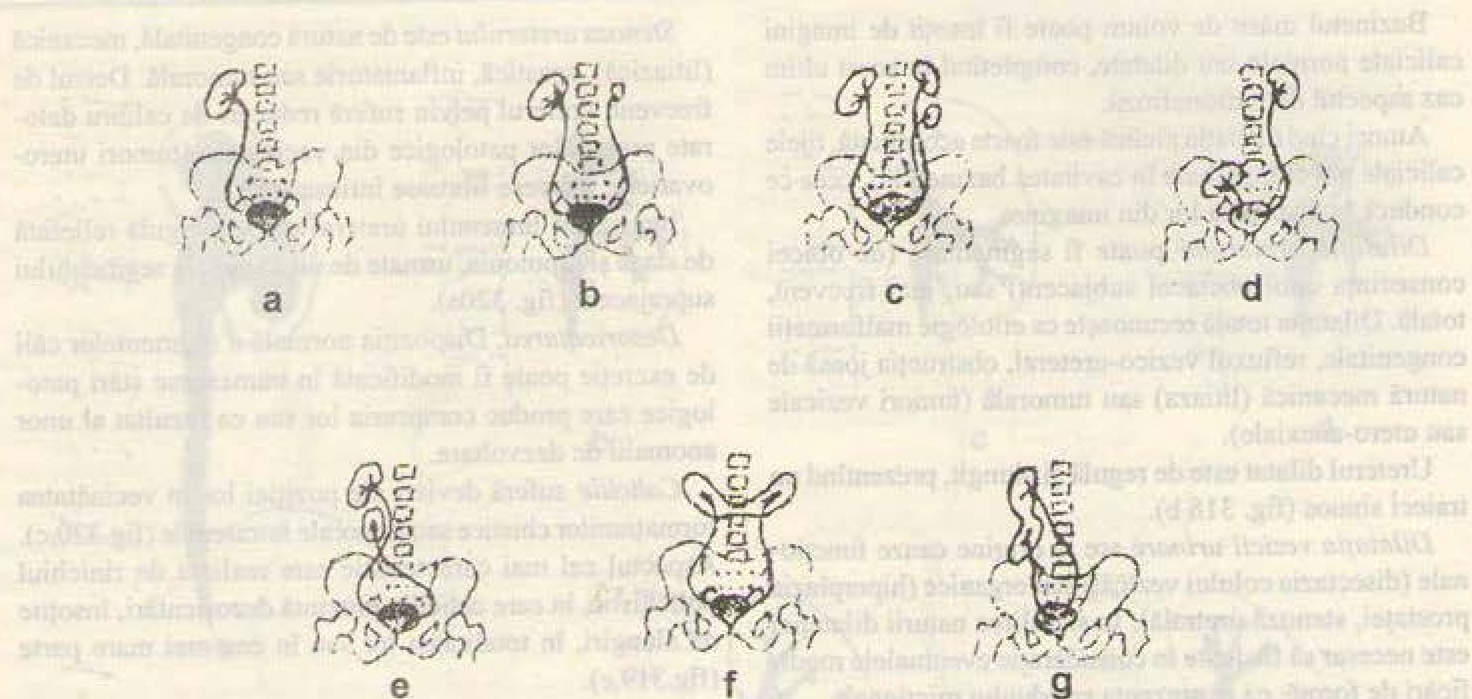


Fig.321. Anomalii congenitale de număr, poziţie şi formă ale rinichiului. a: agenezie a rinichiului stîng; b: rinichi stîng hipoplazic; c: rinichi supranumerar (de partea stîngă); d: rinichi ectopic (în poziţie pelvină); e: ectopie încrucişată; f: rinichi în potcoavă; g: rinichi sigmoid.

produce imagini lacunare unii calculi radiotransparenţi (fig.320,e) şi cheagurile sangvine de dimensiuni mari.

Pentru identificarea substratului unei imagini lacunare, trebuie să fie luate în considerare situaţia, dimensiunile, omogenitatea şi contururile acesteia. Tumorile benigne, calculii şi cheagurile produc lacune cu imagini nete, de formă regulată, în timp ce lacunele create de tumorile maligne vegetante apar neomogene, cu contururi neregulate, şterse.

Amputaţia reprezintă dispariţia parţială sau totală din imaginea urografică sau pielografică a unui segment al căii de excreţie (de regulă o formaţiune calicială minoră sau majoră). Amputaţiile pot fi consecinţa tuberculozei renale, în care se datorează mai ales progresiei leziunilor stenozante, şi în special proceselor tumorale care invadează caliciile (fig.320,f).

9.5. Anomaliile congenitale ale aparatului urinar

Anomaliile şi malformaţiile congenitale ale organelor aparatului urinar sînt relativ frecvente; ele îmbracă o mare varietate de forme. Aceasta se datorează, pe de o parte, dezvoltării embrionare complexe a cestor organe, pe de altă parte, migrării în timpul vieţii intrauterine a rinichilor din abdomen în regiunea lombară. Fiecare din momentele acestor procese se poate situa la originea unei stări anormale, pe care investigaţia radiologică şi imagistică trebuie să o descopere şi să o definească.

9.5.1. Anomalii ale rinichilor.

9.5.1.1. *Anomaliile de număr* sînt reprezentate de agenezia renală, rinichii supranumerari şi rinichiul dedublat.

In cazul agenezei unui rinichi, organul unic prezent este de regulă mărit de volum, datorită hipertrofiei funcţionale compensatorii; el poate fi situat într-o poziţie normală (fig.321 a) sau una ectopică. Examenul pielografic evidenţiază de partea pe care imaginea renală lipseşte, fie absenţa totală a căilor de excreţie, fie rudimente ale acestora.

Rinichiul supranumerar, rar întîlnit, este un organ complet, de dimensiuni reduse, posedînd o cale de excreţie şi un pedicul vascular proprii (fig.321,c). Se poate situa în imediata apropiere a unuia din rinichi sau într-o poziţie ectopică.

Rinichiul dedublat provine din separarea incompletă, inegală, a parenchimului unui rinichi. Examenul urografic evidenţiază căi de excreţie parţial sau total individualizate.

9.5.1.2. *Anomaliile de volum* sînt reprezentate de rinichiul hiperplazic şi cel hipoplazic congenital (fig.319, a şi fig.321,b).

9.5.1.3. *Anomaliile de formă* recunosc numeroase variante ce reprezintă devieri, în grade diferite, de la aspectul obişnuit (rinichi alungit, globulos, lobulat etc.)

9.5.1.4. *Anomaliile de poziţie. Ectopia* renală, adică situaţia aberantă a rinichiului, poate fi întîlnită în mai multe variante: organul poate avea o poziţie pelvină (cea mai frecventă) (fig. 321 d), iliacă, lombară joasă sau înaltă, foarte rar intratoracală. Această poziţie, care este permanentă, se însoţeşte deseori de rotaţia vicioasă, incompletă sau exagerată a rinichiului respectiv.

Asemenea stări anormale sînt consecinţa ascensiunii incomplete (foarte rar excesive) a rinichiului în cursul dezvoltării aparatului urinar.

Rinichiul ectopic poate fi situat de aceeaşi parte a coloanei vertebrale în care se găseşe în mod obişnuit sau de partea opusă (ectopie încrucişată) (fig.321,e); poate prezenta dimensiuni normale sau este hipoplazic în grade diferite.

Identificarea lui este deseori dificilă pe radiografia simplă, de aceea investigarea radiologică implică întotdeauna urografia sau pielografia ascendentă. Precizarea poziţiei rinichiului ectopic este necesară datorită rapoartelor anormale cu organele din vecinătate, pe care le poate comprima, sugerînd prezenţa unei tumori.

Căile de excreţie ale rinichiului ectopic sînt de regulă adaptate în dimensiuni, orientare şi formă poziţiei neobişnuite. In cazul ectopiilor joase, de exemplu, ureterul este mai scurt, păstrîndu-şi traiectul rectilin; aceasta permite diferenţierea de rinichiul ptozat (mobil), al cărui ureter, de lungime normală, prezintă cuduri.

9.5.1.5. Rinichiul *în potcoavă* şi rinichiul *sigmoid* sînt forme de anomalii care reunesc poziţia aberantă cu o arhitectonică neobişnuită.

In cazul rinichiului *în potcoavă*, polii omologi sînt sudaţi între ei printr-o formaţiune intermediară, cu structură parenchimatoasă sau fibroasă, istmul. Rezultă un organ unic, dispus peste coloana vertebrală (fig.321,f), care prezintă o concavitate superioară (în cazul în care sînt sudaţi polii inferiori) sau inferioară (în cazul în care sînt sudaţi polii superiori, ceea ce se întîmplă mult mai rar).

Rinichiul în potcoavă posedă în marea majoritate a cazurilor două căi de excreţie independente şi complete (fig. 319,b); caliciile şi bazinetul prezintă modificări de orientare iar ureterele sînt de obicei scurtate.

Arteriografia pune în evidenţă numeroase anomalii vasculare, în special artere supranumerare, cu originea în aortă sau în ramurile abdominale ale aceseia.

Examenul scintigrafic permite să se precizeze structura istmului, respectiv natura lui parenchimatoasă, funcţională, sau fibroasă (fig.322).

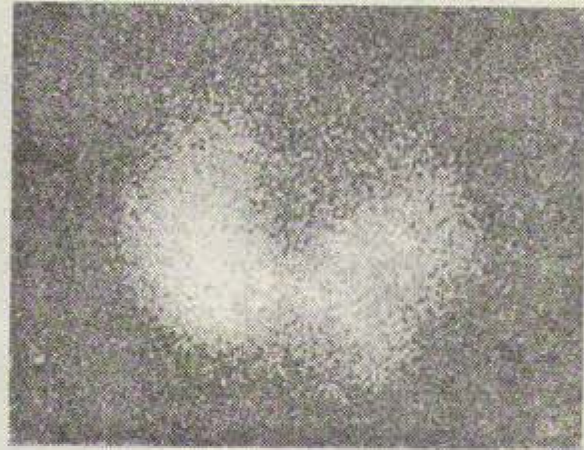


Fig.322. Scintigramă renală cu Tc 99-m-DMSA. Rinichi în potcoavă; regiunea istmică cu structură parenchimatoasă (fixantă).

Rinichiul *sigmoid* rezultă din sudarea, prin intermediul unui istm, a polului superior al unui rinichi cu polul inferior al celuilalt.

El este situat de regulă lateral faţă de coloana vertebrală; unul din organele sudate, împreună cu calea sa de excreţie, are o poziţie joasă. Concavităţile corespunzătoare marginii interne a celor două componente, ca şi arborii pielocaliciali, sînt orientate în sens opus. Ureterele au lungimi inegale şi se deschid în vezică prin orificii situate la locul obişnuit (fig.321,g).

9.5.1.6. *Anomalii de structură.* Evoluţia anormală a unor structuri embrionare se poate solda cu apariţia de formaţiuni chistice, unice sau multiple, care înlocuiesc un volum variabil din parenchimul renal.

Chistul renal solitar este constituit dintr-o cavitate cu pereţi netezi, de formă rotundă sau lobată, cu conţinut lichidian clar (rar hemoragic); dezvoltat în plin parenchim renal, se situează mai frecvent la polul inferior al rinichiului şi poate atinge dimensiuni gigantice (1000-1200 cmc).

Provenienţa chistului solitar este atribuită unor rudimente ale canalului lui Wolf sau retenţiei de produs secretat în corticala renală.

Potrivit dimensiunilor sale, chistul renal unic poate produce modificări de volum, formă şi contururi ale imaginii rinichiului (mărire segmentară, boselură). Urografia evidenţiază alungirea şi devierea caliciilor, îngustarea şi uneori deplasarea bazinetului sau prezenţa unei amprente la nivelul acesteia (fig.324,a).

Conţinutul lichidian omogen al chistului crează condiţii pentru evidenţierea lui facilă prin examenul ultrasonografic; pe echografie, el apare ca o zonă anechogenă, de formă rotundă, cu dimensiuni variabile, situată în plin parenchim renal (fig.323).



Fig.323. Imagine echografică a unui chist renal unic "parenchimatos".

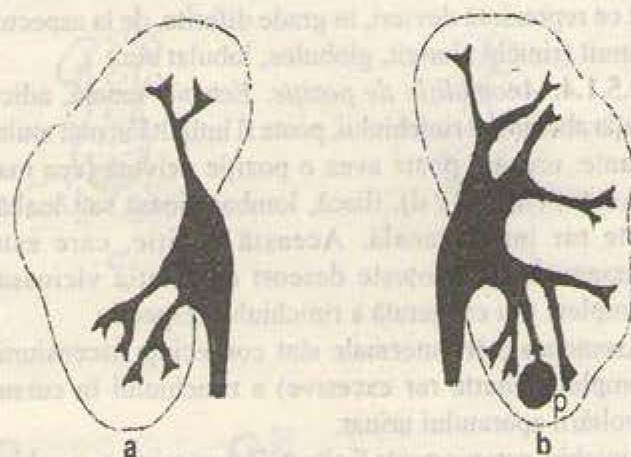


Fig.324. Aspecte urografice produse de chisturile renale. a: chist solitar; b: rinichi polichistic (p: chist pielogen).

Rinichiul polichistic se caracterizează prin prezenţa a numeroase formaţiuni chistice, cu conţinut clar sau hemoragic, de mărimi variate, care substituie un volum important din parenchim, crescînd în acelaşi timp dimensiunile organului. Afecţiunea este mai frecvent bilaterală.

La originea anomaliei se situează probabil lipsa de legătură a segmentelor de provenienţă diferită din care se constituie formaţiunile tubulare ale parenchimului renal. Produsul de secreţie stagnant, la care se adaugă hemoragii repetate, crează cavităţi care cresc treptat datorită tensiunii lichidului pe care îl conţin.

Radiologic, rinichiul polichistic apare de obicei cu dimensiuni mărite, în unele cazuri în măsură considerabilă; contururile sînt policiclice în formele tipice.

Pe urografie sau pielografia ascendentă, arborii pielocaliciali prezintă modificări complexe şi caracteristice, produse de compresia exercitată de formaţiunile chistice: alungirea, îngustarea şi dezorientarea caliciilor şi bazinetului, dilataţia unor regiuni papilo-caliciale, mai rar amputaţia unor calicii. Chisturile care comunică cu calea de excreţie se traduc prin opacităţi rotunde, cu contururi nete (fig.324,b); cele infectate şi supurate, deschise în calicii, creează imagini cavitare, proiectate pe aria renală.

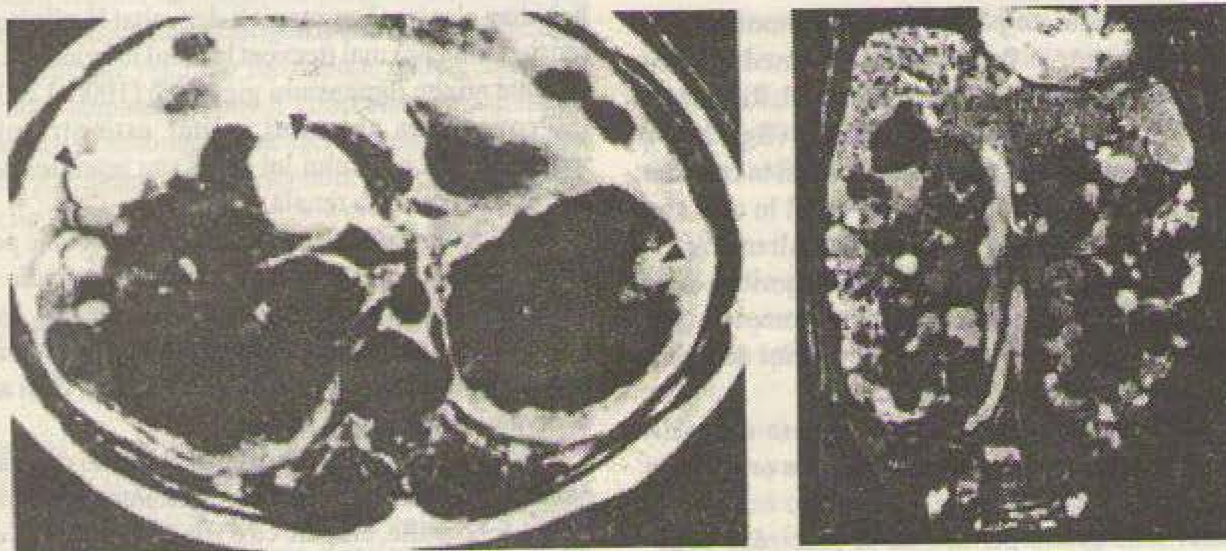


Fig.325. Rinichi polichistic bilateral: secţiune IRM transversală (a) şi coronală (b). Ambii rinichi apar mult măriţi de volum. Formaţiunile chistice clare (cu semnal intens) traduc un conţinut hemoragic recent constituit, în timp ce cele cu nuanţe intermediare corespund unor faze diferite de rezoluţie a hemoragiei intrachistice.

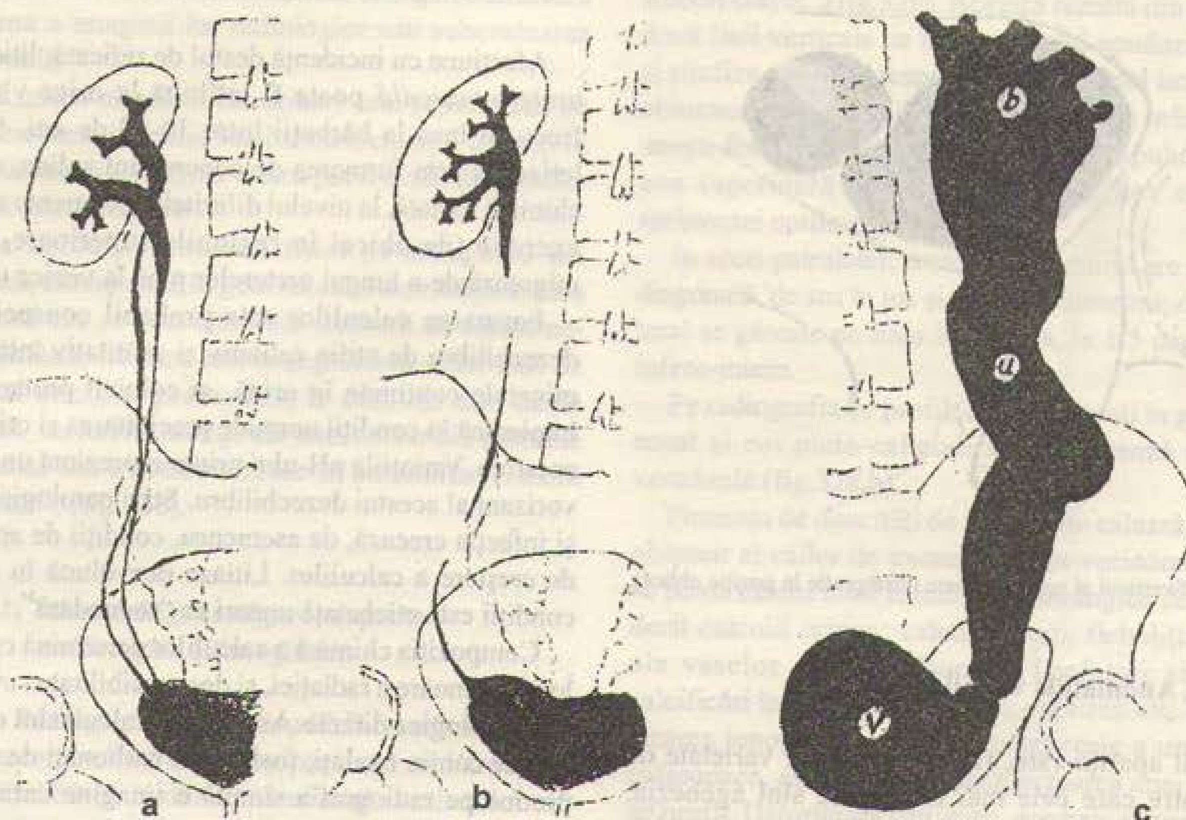


Fig.326. Anomalii congenitale ale bazinetului şi ureterului. a: dedublare de bazinet şi ureter; b: ureterocel; c: megaureter idiopatic.

In cursul unei evoluţii îndelungate, se poate produce atrofia parenchimului renal, relevată urografic prin reducerea funcţiei de secreţie.

Chisturile pielogene (diverticulii caliciali) sînt formaţiuni cavitare dezoltate în parenchimul renal din rudimente ale unor calicii primitive de grad inferior, care în mod normal involuează şi dispar pînă la vîrsta adultă; comunică cu o cavitate calicială sau cu bazinetul şi apar pe urografie ca opacităţi rotunde adiţionale, cu contururi regulate, ataşate emonctoriilor (fig.324,b).

Formaţiunile chistice ale rinichiului şi ansamblul structural ce caracterizează rinichiul polichistic crează imagini deosebit de expresive în investigarea CT şi mai ales IRM; aceasta din urmă permite identificarea parenchimului renal nealterat, ca şi a conţinutului formaţiunilor chistice (fig.325).

Anomaliile arterelor rinichiului privesc originea, numărul, traiectul şi locul de intrare a acestora în organ. Prezenţa unor vase aberante, care încrucişează ureterul, poate conduce la îngustarea lui, urmată de stază pielică şi hidronefroză.

9.5.2. Anomaliile bazinetului şi ureterului

9.5.2.1. *Dedublarea bazinetului şi ureterului*, însoţită frecvent de cea a rinichiului, constă din prezenţa de aceeaşi parte a două uretere, care conţin bazinete independente, de regulă de dimensiuni inegale, şi care se deschid în vezică prin orificii separate, situate normal sau aberant (fig.326,a).

Interesul clinic al unei asemenea stări constă în faptul că, de obicei, tranzitul sistemului pielo-calicial superior este stînjenit, ceea ce poate duce la dilataţia lui şi la hidronefroza porţiunii de organ sau organului independent pe care o deserveşte.

9.5.2.2. *Megaureterul congenital* (idiopatic) reprezintă dilataţia pînă la dimensiuni uneori gigantice a ureterului, la care se adaugă, ca o consecinţă inevitabilă, cea a bazinetului şi a caliciilor; dilataţia este însoţită de alungire şi formare de cuduri (fig.326,c).

La originea megaureterului se situează probabil tulburări ale inervaţiei parasimpatice a sfincterului uretero-vezical, urmate de reflux permanent de urină din vezică în ureter. Dilataţia ampulară, pseudochistică, a extremităţii inferioare a ureterului, consecinţă a stenozei orificiului lui inferior, este denumită *ureterocel* (fig.326,b).

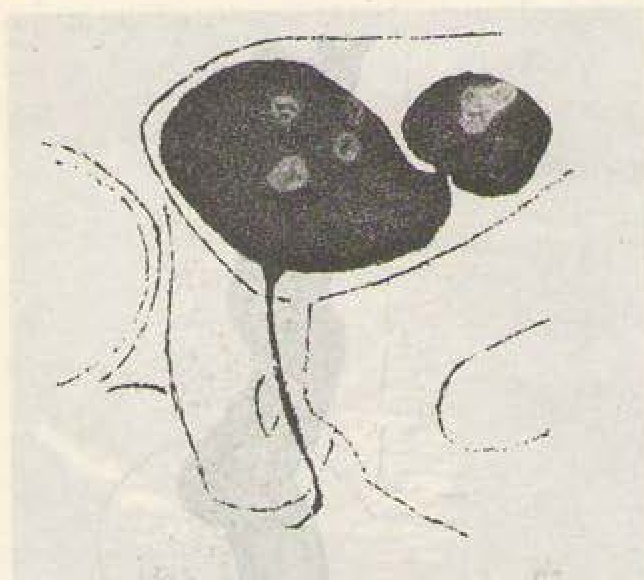


Fig.327. Diverticul al vezicii urinare (cistografie în poziţie oblică).

9.5.3. Anomaliile vezicii urinare.

Deşi sînt apariţii rare, recunosc o mare varietate de forme, dintre care cele mai cunoscute sînt agenezia, megavezica idiopatică, vezica biloculată (în ceas de nisip), vezica dublă sau septată, fistula vezico-ombilicală, diverticulii congenitali (fig.327).

9.6. Litiaza renală (urinară)

Afecţiune cu incidenţă destul de ridicată, litiaza *reno-uretero-vezicală* poate fi întîlnită la orice vîrstă, mai frecvent însă la bărbaţii între 30-50 de ani. Se caracterizează prin formarea de concreţiuni solide, de natură chimică variată, la nivelul diferitelor segmente ale căii de excreţie (de obicei în regiunile superioare, de unde migrează de-a lungul ureterelor pînă la vezica urinară).

Formarea calculilor este probabil consecinţa unui dezechilibru de ordin calitativ şi cantitativ între sărurile minerale conţinute în urină şi coloizii protectori, care împiedică în condiţii normale precipitarea şi cristalizarea acestora. Variaţiile pH-ului urinar reprezintă un factor favorizant al acestui dezechilibru. Stări patologice ca staza şi infecţia creează, de asemenea, condiţii de apariţie sau de creştere a calculilor. Litiaza dezvoltată în asemenea condiţii este etichetată uneori ca "secundară".

Compoziţia chimică a calculilor determină capacitatea lor de atenuare a radiaţiei, şi deci posibilitatea evidenţierii lor radiologice directe. Astfel, unii calculi sînt radioopaci (cei ce conţin oxalaţi, fosfaţi sau carbonaţi de calciu); ei produc pe radiografia simplă o imagine caracteristică. Calculii formaţi din acid uric, cistină sau xantină sînt, dimpotrivă, radiotransparenţi şi pot fi puşi în evidenţă numai indirect, pe urografie sau pielografie. Deseori,

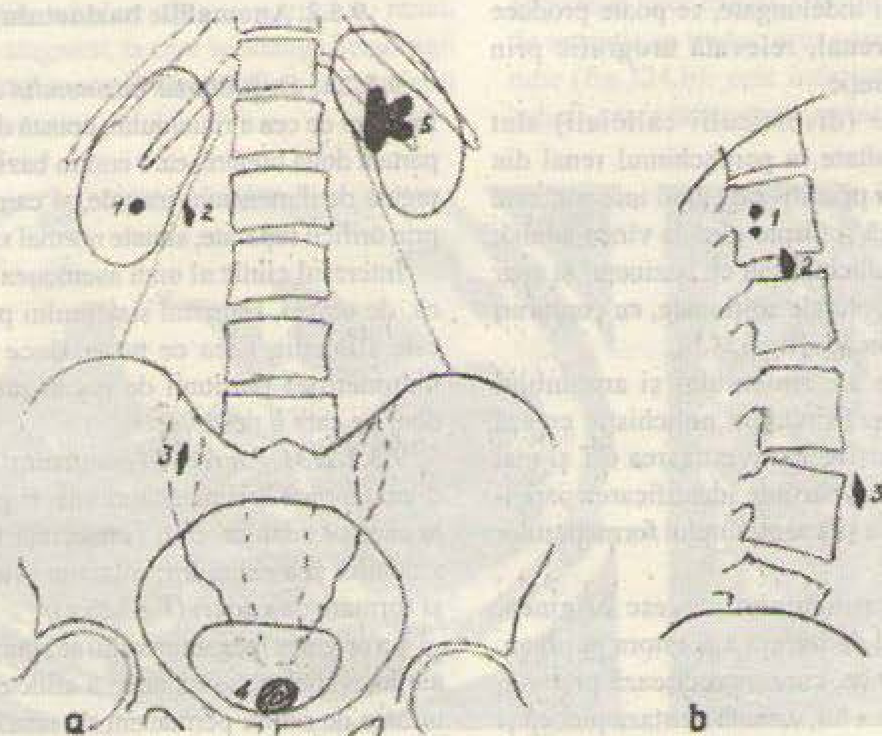


Fig.328. Aspecte radiologice produse de calculii radioopaci. a: radiografie renală simplă. 1: calcul renal; 2: calcul al joncţiunii pielo-ureterale; 3: calcul al ureterului pelvin; 4: calcul vezical; 5: calcul coraliform. b: proiecţia de profil a calculilor renali (1), pielici (2), ureterali (3).

compoziţia calculilor este mixtă, ceea ce explică structura neomogenă a imaginii lor radiologice sau subevaluarea dimensională.

Sediul iniţial al calculilor urinari este reprezentat de parenchimul renal, calicii sau bazinet; calculii migraţi în cursul colicilor în ureter sau vezică pot fi evidenţiaţi radiologic la nivelele respective.

Forma calculilor, redată fidel pe imaginea lor radiologică, corespunde în general celei a cavităţii în care se formează sau se dezvoltă. Mai frecvent de formă neregulat rotundă, ovalară sau triunghiulară (cînd sînt de dimensiuni mici), ei pot realiza, în cazul în care devin foarte mari, veritabile mulaje ale unui sector din arborele pielo-calicial sau a acestui arbore în ansamblu (calculii "coraliformi") (fig.328).

9.6.1. Tehnici de investigare; aspecte radiologice şi imagistice

9.6.1.1. *Radiografia renală simplă.* Evidenţiază în mod direct prezenţa calculilor radioopaci, cei mai frecvenţi (reprezentînd 80-90 % din numărul total al calculilor urinari), sub forma de opacităţi intense, net conturate, de formă şi dimensiuni variate, dispuse pe aria de proiecţie a rinichilor sau pe traiectul probabil al căilor de excreţie (fig.328,a).

In afara identificării poziţiei bazinetului, care, aşa cum am văzut, se înscrie în mod normal în patrulaterul Bazy-Moyrand, este deseori necesar să fie reprezentat traiectul probabil al ureterului pelvin în porţiunea lui juxtavezicală şi intramurală, în care se pot opri calculi migratori. In acest sens este utilizată o altă construcţie grafică, "patrulaterul Robert Gayet" (fig.329). Aceasta rezultă din intersecţia a două linii verticale ce trec prin axul apofizelor spinoase şi simfiza pubiană, respectiv prin unghiul intern al găurii obturatoare, şi două linii orizontale, una inferioară (care uneşte fosetele ligamentului rotund al capului femural) şi una superioară (ce trece prin marginea superioară a sprîncenei cotiloide).

In acest patrulater, ureterul intramural are un traiect în diagonală, de sus în jos şi dinafară înăuntru; orificiul ureteral se găseşte pe linia inferioară, la 1,5 cm de unghiul infero-intern.

Pe radiografia de profil, calculii situaţi în parenchimul renal şi cei pielo-caliciali se proiectează pe coloana vertebrală (fig.328,b).

Prezenţa de opacităţi de intensitate calcară pe traiectul obişnuit al căilor de excreţie sau în vecinătatea acestuia se poate datora unor formaţiuni patologice de altă natură decît calculii urinari: calculi biliari, fleboliţi, calcificări ale vaselor sau ganglionilor limfatici abdominali, calcificări în parenchimul renal, coproliţi etc. Pentru precizarea topografiei şi apartenenţei reale a unei structuri radioopace, este deseori utilă efectuarea unei radiografii de profil. Datorită variabilităţii, normale sau patologice, a poziţiei rinichiului şi diferitelor segmente ale căii de excreţie, prezenţa unui calcul urinar trebuie să fie însă confirmată prin practicarea urografiei, singura care poate stabili cu certitudine poziţia opacităţii în raport cu organele aparatului urinar.

Calculii radioopaci ai vezicii urinare sînt de obicei, în momentul în care se solicită examenul, de dimensiuni mari, de formă neregulată, rotundă sau ovalară, şi prezintă o structură stratificată (fig.328,a,4).

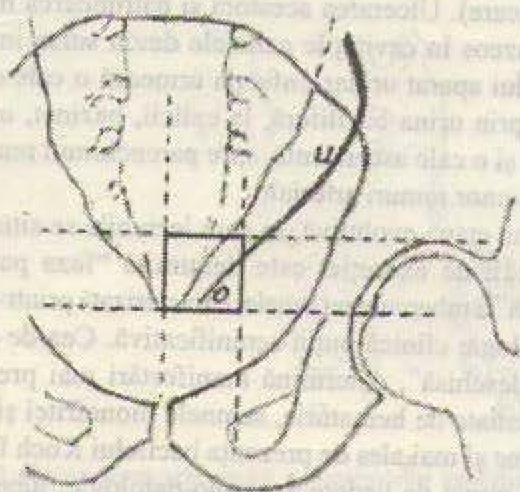


Fig.329. Patrulaterul Robert Gayet.u: ureterul; o: orificul vezical al ureterului.



Fig.330. Imagine echografică a unui calcul bazinetal cu diametrul de 16 mm.

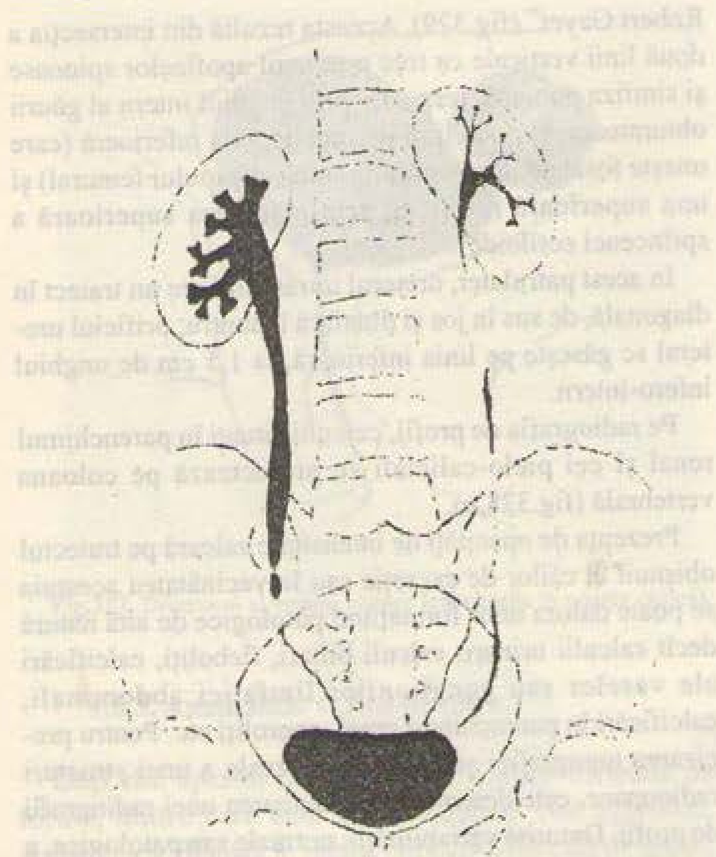


Fig.331. Stază pielo-calicială şi ureterală superioară (dreapta) produsă de un calcul al ureterului pelvin. Urografie efectuată la 45 minute de la injectare).

In anumite cazuri ei pun problema diferenţierii de calculii sau calcificările prostatei (proiecate pe o zonă restrînsă, vecină cu linia mediană, a regiunii suprapubiene, de calcificările din fibromioamele uterine (de formă neregulată şi cu structură neomogenă) sau de coproliţi recto-sigmoidieni, imagini mobile şi inconstante).

9.6.1.2. *Ultrasonografia*. Structura densă şi caracterul puternic reflectant permit o reprezentare foarte netă a lor pe imaginile echografice abdominale. Instalaţiile actuale permit şi măsurarea dimensiunilor, de regulă evaluate în mod real numai în direcţia perpendiculară pe fascicul (fig. 330).

9.6.1.3. *Urografia* precizează în primul rînd apartenenţa la organele urinare a unei imagini suspecte de calcul radioopac, prezente pe radiografia simplă. In al doilea rînd, poate pune în evidenţă calculii radiotransparenţi pielo-caliciali, sub forma unor imagini lacunare, dispuse la periferia sau în centrul caliciilor sau bazinetului (fig.320 e); la nivelul ureterelor, calculii radiotransparenţi produc fie imagini lacunare de dimensiuni mici, fie întreruperea constantă a coloanei de urină opacifiată (în cazul în care obstruează conductul).

Urografia poate evidenţia, de asemenea, modificările de ordin morfologic şi funcţional produse de prezenţa calculilor asupra parenchimului renal şi căilor de excreţie. Acestea constau în esenţă din stază (fig.331), urmată de hipotonie şi dilatarea porţiunii suprajacente a căii de excreţie, care, în funcţie de vechimea afecţiunii, se poate dezvolta în grade diferite, realizînd în final aspectul hidronefrozei (fig.320,a). Suprainfecţia urinii stagnante produce pionefrita sau pionefroza, traduse prin aspecte radiologice corespunzătoare.

Alterarea stării funcţionale a parenchimului renal este reprezentată pe urografie prin semnele reducerii capacităţii de secreţie şi concentraţie.

Practicată în timpul colicii, urografia evidenţiază uneori absenţa secreţiei de partea corespunzătoare calculului (aşa-numitul "rinichi mut funcţional"). In alte cazuri, creşterea bruscă a presiunii în arborele pielocalicial se soldează cu staza renală totală, tradusă radiologic prin nefrografie.

9.7. Tuberculoza aparatului urinar

Localizarea renală este una dintre consecinţele diseminării hematogene apărute în evoluţia tuberculozei primare. Bacilemia specifică produce iniţial la nivelul parenchimului renal leziuni predominant productive, de obicei bilaterale, ale corticalei, cu tendinţă spontană la scleroză spontană şi vindecare aparentă.

In condiţii create de factori favorizanţi de ordin general sau local (traumatisme, anomalii congenitale, stază urinară sau vasculară etc.), infecţia se extinde la nivelul medularei şi apoi, prin tubii uriniferi, la regiunile papilo-caliciale, unde produce leziuni cu caracter de necroză specifică (cazeificare). Ulcerarea acestora şi pătrunderea materialului cazeos în cavităţile caliciale devin sursa infectării întregului aparat urinar. Infecţia urmează o cale descendentă, prin urina baciliferă, la calicii, bazinet, ureter şi vezică, şi o cale ascendentă, spre parenchimul renal, prin invazia unor ramuri arteriale.

Prima etapă evolutivă, în care leziunile se situează în afara căii de excreţie, este denumită "faza parenchimatoasă" a tuberculozei renale, caracterizată printr-o simptomatologie clinică puţin semnificativă. Cea de-a doua, "faza deschisă", determină manifestări mai pregnante, reprezentate de hematurie, semnele pionefritei şi cistitei specifice şi mai ales de prezenţa bacilului Koch în urină.

Din punct de vedere anatomo-patologic, tuberculoza aparatului urinar se caracterizează, ca şi celelalte localizări, printr-un exprimat polimorfism lezional. La nivelul

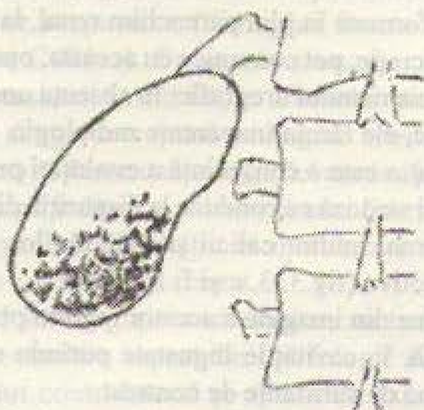


Fig.332. Calcificări de natură tuberculoasă în parenchimul renal.

rinichilor, în afara modificărilor productive şi fibroase, apărute în majoritate în faza de evoluţie parnchimatoasă, se dezvoltă mai ales procese cazeificante, ce se soldează cu ulceraţii de întindere variabilă, de formă neregulată, anfractuoasă; în unele cazuri, în masa cazeoasă se produc calcificări.

Regiunile papilo-caliciale sînt sediul eroziunilor, soldate uneori cu amputarea papilelor. Caliciile şi bazinetul, ca şi ureterul, suferă mai ales procese stenozante, responsabile, în formele cu evoluţie prelungită, de dezvoltarea hidro- şi pionefrozei, urmată de alterarea totală a parenchimului renal.

9.7.1. Tehnici de investigare; aspecte

Diagnosticul tuberculozei aparatului urinar, care se bazează în principal pe evidenţierea bacilului Koch în urină, beneficiază larg de datele urografiei intravenoase, care oferă informaţii de valoare deosebită de ordin morfologic şi funcţional; în unele cazuri este recomandabilă şi utilizarea urotomografiei şi examenului CT. Alterarea pronunţată a funcţiilor de secreţie şi concentraţie a parenchimului renal, obligă, pentru evidenţierea leziunilor morfologice, la practicarea urografiei cu compresie sau a pielografiei ascendente.

9.7.1.1. *Radiografia renală simplă* poate evidenţia imagini de dimensiuni normale sau crescute în grade diferite ale rinichiului afectat. De asemenea, prezenţa de structuri calcare, reprezentate de opacităţi intense, de aspect neregulat, nodulare sau realizînd plaje ce acoperă întinderi variabile din aria renală (fig.332).

Un rinichi impregnat cu calcificări dispuse neregulat pe întrega lui suprafaţă (mai frecvent de dimensiuni mici) este etichetat cu termenul de "rinichi mastic". In realitate rinichiul mastic prezintă leziuni extinse cu caracter ulcero-cazeos, însoţite de necroza parenchimului; dimensiunile lui, sensibil influenţate de starea cavităţilor excretorii intrarenale, pot varia de la cele ale unui organ atrofic pînă la mărimi considerabile.

9.7.1.2. *Urografia* traduce radiologic cu deosebită expresivitate polimorfismul lezional specific tuberculozei, sub forma unui grup larg de modificări elementare, de ordin morfologic şi funcţional, ale rinichilor şi căilor de excreţie.

a. *Modificări ale rinichiului, caliciilor şi bazinetului. Ingustarea* este unul dintre cele mai caracteristice semne radiologice şi se datorează procesului de sclero-lipomatoză specifică. Ingustarea, uneori pînă la dispariţia din imagine, a unui caliciu minor este dificil de evidenţiat. La nivelul caliciilor mari, reducerea de calibru se însoţeşte

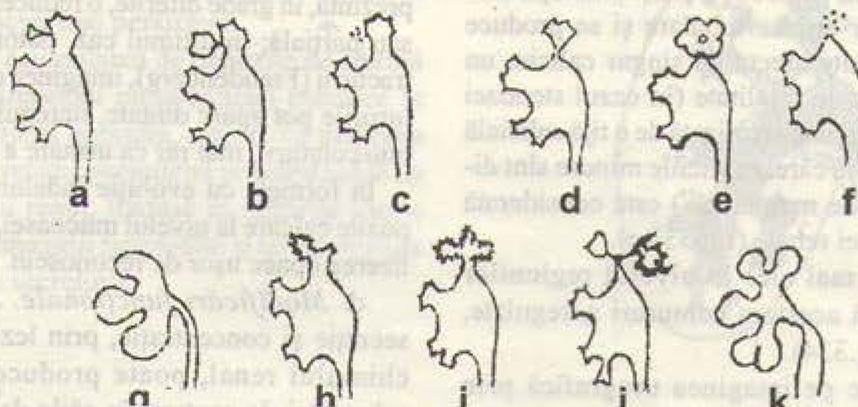


Fig.333. Reprezentare schematică a principalelor modificări produse de tuberculoză la nivelul rinichiului şi arborelui pielo-calicial. a: îngustare a bazei unui caliciu minor; b: îngustare a unui caliciu minor, cu dilataţia regiunii papilo-caliciale suprajacente; c: amputaţia unui caliciu minor; d: îngustarea unei tije caliciale majore; e: îngustarea unei tije majore, cu dilataţia caliciilor suprajacente ("floare de margaretă"); f: amputaţia unui caliciu mare; g: stenoză a bazinetului, cu dilataţia caliciilor; h: eroziuni la nivelul unui caliciu minor; i: eroziuni ale caliciilor mici superioare; j: cavernă în parenchimul renal; k: dilataţia ureterului, stenoza bazinetului, dilataţia caliciilor.

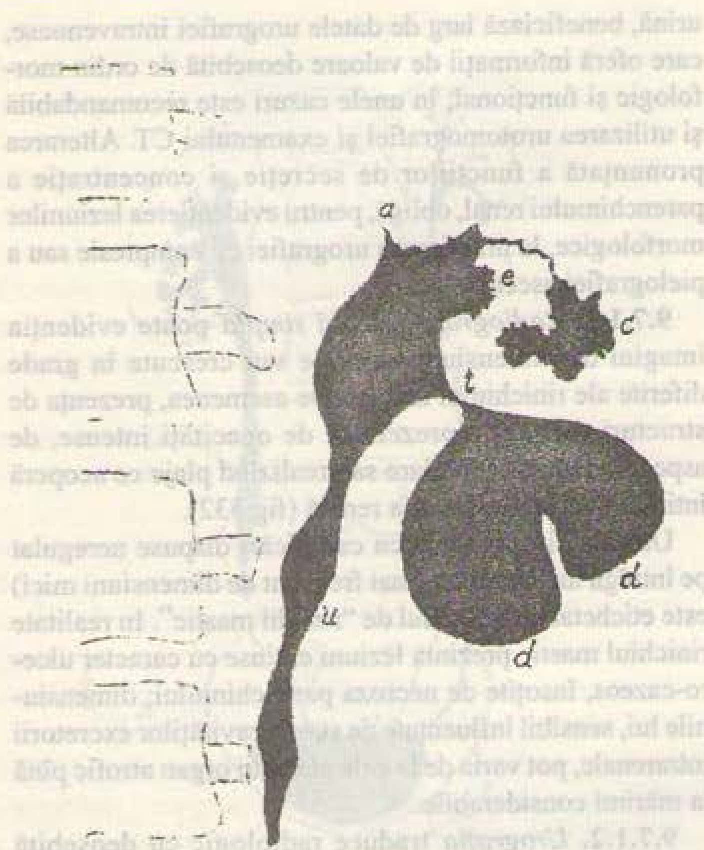


Fig.334. Tuberculoză avansată reno-pielo-ureterală. a: amputarea caliciului superior; e: eroziuni ale tijei caliciale mijlocii; c: cavernă parenchimatoasă; t: tijă caliciala îngustată; d: regiuni papilo-caliciale dilatate; u: ureter cu calibru neuniform.

de contururi neregulate, dantelate. In multe cazuri, îngustările şi stenozele caliciale sînt relevate de modificările însoţitoare, mai ales de dilataţia suprajacentă (fig. 333 şi 334).

Ingustarea bazinetului conferă lumenului acestuia un aspect tubular sau filiform (fig.333, g şi k). Dilataţia este consecinţa stenozei unor organe tubulare şi se produce deasupra acesteia; ea poate afecta un singur caliciu, un grup calicial sau caliciile în totalitate (în cazul stenozei bazinetului) (fig.333). Imaginea realizată de o tijă calicială majoră îngustată, deasupra căreia caliciile minore sînt dilatate (aspect în "floare de margaretă") este considerată caracteristică tuberculozei renale (fig.333,e).

Eroziunile, vizibile mai ales la nivelul regiunilor papilo-caliciale, conferă acestora contururi neregulate, şterse (fig.333, h şi i; fig.334).

Ulceraţiile se traduc pe imaginea urografică prin opacităţi adiţionale de formă neregulată, de dimensiuni variabile, unice sau multiple proiectate pe aria renală (fig. 333,j; fig.334).

Unele dintre cavernele tuberculoase se pot suprapune peste regiunile papilo-caliciale şi pot fi diferenţiate de caliciile dilatate numai prin contururile lor şterse, neregulate. Cavităţile formate în plin parenchim renal, la distanţă de calea de excreţie, pot comunica cu aceasta, opacifiindu-se în timpul examenului urografic; în absenţa unui traiect de comunicare, ele rămîn inaparente radiologic.

Amputaţia este o consecinţă a evoluţiei procesului de îngustare şi stenoză ce conduce la dispariţia din imagine a unuia sau mai multor calicii şi a regiunilor papilo-caliciale respective (fig.333, c şi f; fig.334).

Ştergerea din imagine a acestor regiuni poate fi totală sau parţială, în cavităţile îngustate putîndu-se evidenţia uneori urme de substanţe de contrast.

Prezenţa unor mase de produs patologic (mai ales cazeum) în cavităţile căii superioare de excreţie poate realiza *imagini lacunare*, de obicei de dimensiuni reduse.

b. *Modificări ale ureterelor*. Modificările produse la nivelul ureterelor sînt reprezentate în principal de îngustări de calibru şi stenoze, localizate de predilecţie la nivelul joncţiunii pielo-ureterale şi regiunii pelvine. In formele foarte avansate şi extinse, îngustarea poate afecta, în mod neuniform, întregul traiect al ureterului, care prezintă în acelaşi timp contururi şterse, neregulate.

Ingustările şi stenozele sînt urmate de dilataţia segmentelor suprajacente, care se poate propaga pînă la nivelul cavităţilor superioare, realizînd aspectul de hidronefroză.

Triada "ureter dilatat, bazinet îngust, calicii dilatate" (fig.333,k) este considerată patognomonică pentru tuberculoza aparatului urinar, chiar în absenţa altor modificări radiologice elementare.

c. *Modificări ale vezicii urinare*. In majoritatea cazurilor de tuberculoză a aparatului urinar urografia evidenţiază modificări ale vezicii, care au ca substrat reducerea capacităţii de expansiune a organului, datorată contracţiei spastice sau sclerozei parietale. Vezica tuberculoasă prezintă, în grade diferite, o reducere dimensională globală sau parţială; în ultimul caz, datorat de regulă hemicontracturii (Freudenberg), imaginea devine asimetrică. Contururile pot apare dinţate, neregulate, datorită spasmelor musculaturii, mai rar ca urmare a leziunilor superficiale.

In formele cu evoluţie îndelungată, se pot forma depozite calcare la nivelul mucoasei, traduse radiologic prin lizeree opace uşor de recunoscut.

d. *Modificări funcţionale*. Afectarea funcţiei de secreţie şi concentraţie, prin leziuni extinse ale parenchimului renal, poate produce întîrzierea apariţiei substanţei de contrast în căile de excreţie sau reducerea intensităţii opacităţii acestora.

Tulburările excreţiei se manifestă pe imaginea urografică în mod diferit, în funcţie de natura şi gravitatea leziunilor constituite. In cazul unei îngustări moderate a

lumenului ureteral, staza suprajacentă consecutivă se traduce prin imagini foarte nete, intens opace, ale segmentelor respective ("imagini foarte frumoase" descrise de Colliez). Progresia stenozei, însoţită de creşterea presiunii în cavităţile arborelui pielo-calicial, conduce la ştergerea treptată a imaginii acestora, pînă la dispariţia totală. Prezenţa nefrografiei rămîne în asemenea cazuri singurul indiciu al existenţei unei funcţii secretorii a parenchimului; dispariţia ei marchează excluderea funcţională a rinichiului afectat.

In cursul investigaţiei radiologice, nu trebuie omisă examinarea atentă a aspectului morfologic şi funcţional al rinichiului controlateral şi al căii de excreţie corespunzătoare, prezumptiv normale. La nivelul acestora se pot descoperi modificări minime, dar care marchează localizarea bilaterală a infecţiei tuberculoase şi capătă prin aceasta o semnificaţie deosebită din punct de vedere al prognosticului şi conduitei terapeutice.

9.8. Procese inflamatorii nespecifice

9.8.1. Pielonefrita

Inflamaţia simultană a parenchimului renal şi căilor superioare de excreţie (calicii şi bazinet), produsă de infecţia cu germeni nespecifici, este în general favorizată de staza produsă de obstacole în scurgerea normală a urinii (litiază, sarcină etc.). Aspectul radiologic este dominat în formele acute de manifestări spastice la nivelul caliciilor şi bazinetului, traduse pe urografie prin îngustări – uneori pînă la dispariţie – ale calibrului cavităţilor respective; imaginea este reversibilă şi de scurtă durată. Edemul supraadăugat în unele cazuri accentuează acest aspect, conferindu-i şi un caracter mai persistent.

In formele cronice, acumularea de depozite de fibrină şi puroi în cavităţile arborelui pielo-calicial conduce la neomogenitatea opacifierii acestora, uneori cu prezenţa de imagini lacunare. Evoluţia prelungită se poate solda cu scleroza parenchimului renal, tradusă în cazurile foarte grave prin micşorarea imaginii rinichiului şi reducerea sau suprimarea funcţiei lui secretorii.

9.8.2. Pionefrita

Supuraţia parenchimului renal este de obicei consecinţa unei infecţii ascendente cu floră microbiană piogenă; mai rar, infecţia poate fi produsă pe cale hematogenă.

Forma difuză este marcată radiologic iniţial prin aspecte ce traduc spasmul şi edemul cavităţilor pielo-caliciale. Acestora li se adaugă treptat imagini cavitare formate în urma abcedării şi eliminării zonelor necrotice, ca şi imagini lacunare produse de masele intracavitare de fibrină şi puroi. In final, procesul de scleroză, consecutiv unei evoluţii îndelungate, conduce la deformarea arborelui pielo-calicial, prin alterări ale calibrului şi dispoziţiei; în acelaşi timp, rinichiul afectat poate apare redus de volum.

Forma izolată (abcesul renal). In funcţie de dimensiunile atinse, o colecţie purulentă unică, dezvoltată în plin parenchim renal, produce compresia caliciilor vecine, pe care le deplasează sau le amputează. După evacuarea în calea de excreţie, poate fi evidenţiată o cavitate cu pereţi neregulaţi.

9.8.3. Pionefroza

Procesele supurative simultane ale rinichiului şi căii superioare de excreţie se traduc radiologic prin mărirea imginii renale, care poate prezenta contururi neregulate, datorită dezvoltării de abcese în corticală; după evacuarea acestora, este posibilă evidenţierea de cavităţi intraparenchimatoase. Caliciile şi bazinetul apar dilatate în grade diferite, neomogen opacifiate, cu imagini lacunare, în timp ce ureterul prezintă îngustări ale lumenului, alternînd cu porţiuni dilatate.

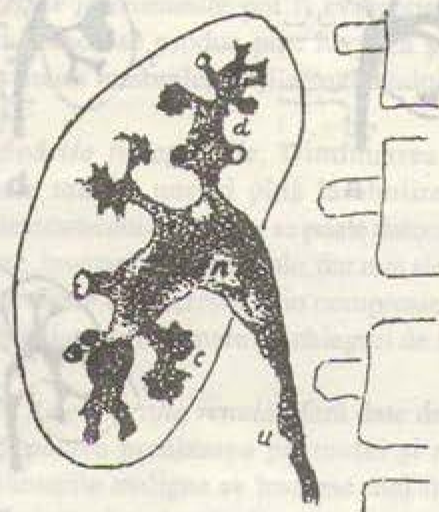


Fig.335. Pionefroză. d: deformare şi dezorientare calicială; n: opacifiere neomogenă a bazinetului; c: cavitate intraparenchimatoasă; u: ureter cu calibru neuniform.

Evoluţia prelungită conduce de regulă la suprimarea funcţiei renale, prin alterarea întinsă a parenchimului.

9.9. Tumorile renale

Potrivit originii lor în diferitele structuri tisulare ale rinichilor şi căilor de excreţie, la care se adaugă şi resturi de ţesuturi embrionare, tumorile aparatului urinar recunosc o mare varietate histologică.

Principalele forme de tumori *benigne* ale parenchimului renal sînt reprezentate de adenoame, fibroame, lipoame, angioame, leiomioame, hemangioame; unele dintre aceste forme pot proveni şi din capsula rinichiului şi din ţesuturile perirenale. La nivelul bazinetului, tumorile benigne sînt reprezentate mai ales de papiloame.

Tumorile *maligne* mai frecvent dezvoltate în rinichi sînt cele de origine epitelială (adenocarcinoamele sau hipernefroamele); nefroblastomul embrional (tumoarea Wilms) este o tumoare specifică copilăriei; ea apare în primii ani de viaţă. Sarcoamele, în diverse variante posibile, sînt rare; în schimb, tumorile secundare (metastazele) sînt relativ frecvente.

Epiteliul căilor de excreţie superioare este sediul de dezvoltare a unor carcinoame cu celule de tip pavimentos sau tranziţional. In fine, din ţesuturile capsulare şi pararenale provin variate forme histologice de sarcoame.

Tumorile maligne renale, dintre care cea mai frecventă este adenocarcinomul (tumoarea Gravitz), afectează în special bărbaţii în a 5-a şi a 6-a decadă de viaţă; nefroblastomul este descoperit pînă la vîrsta de 10 ani. Forma obişnuită macroscopică este cea nodulară, localizată la polul superior al rinichiului, rar la polul inferior sau în regiunea lui centrală. In cursul dezvoltării, se produce mărirea circumscrisă de volum a organului, cu deformarea acestuia şi alterarea dispoziţiei sistemului calicial. Forma infiltrativă, rară, conduce la mărirea globală de volum, la invazia capsulei şi ţesuturilor perirenale. Apariţia de ulceraţii, consecutivă necrozei maselor tumorale şi evacuării acestora, este posibilă. Formele vegetante sînt specifice tumorilor dezvoltate în cavităţile căii superioare de excreţie.

9.9.1. Tehnici de investigare; aspecte radiologice şi imagistice

Diagnosticul radiologic şi imagistic al tumorilor renale şi ale căilor de excreţie solicită un mare număr de proceduri tehnice, mai ales în formele incipiente, de mici dimensiuni.

9.9.1.1. *Radiografia renală simplă* (completată la nevoie, în cazuri rare, de retropneumoperitoneu) evidenţiază dimensiunile reale ale rinichiului, de regulă

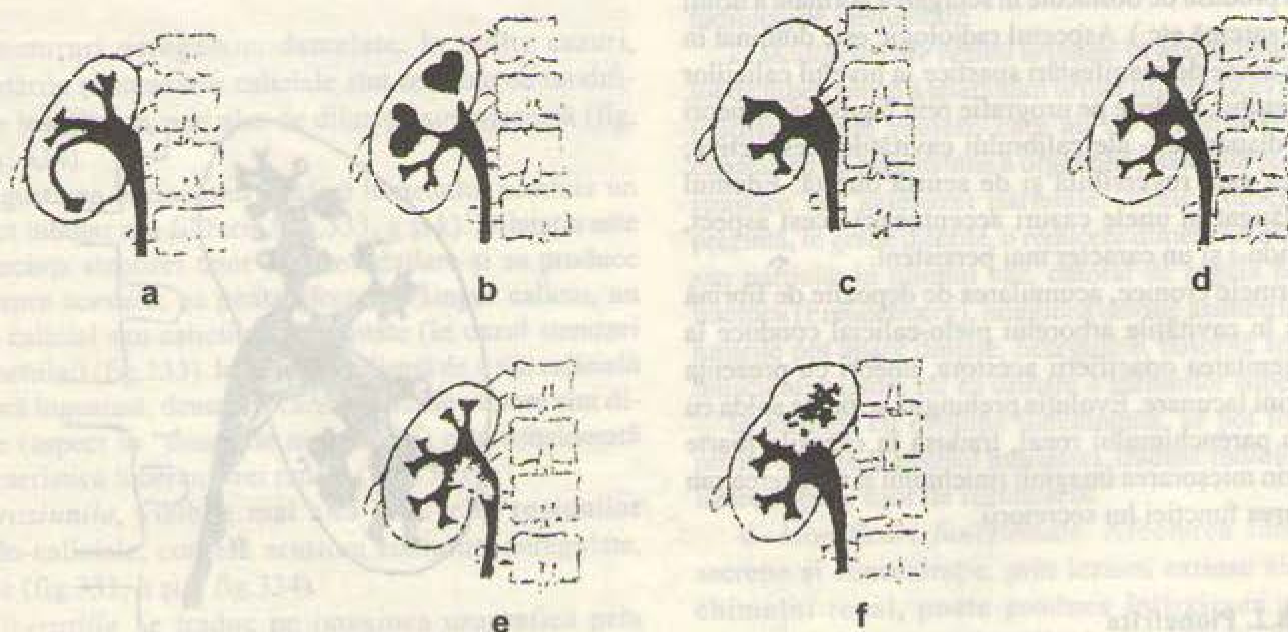


Fig.336. Modificări radiologice elementare produse de tumorile renale.a: deviere, îngustare şi alungire a caliciului inferior, amprentă pe conturul inferior al bazinetului (cancer nodular de pol inferior); b: dilataţia regiunilor papilo-caliciale superioare şi mijlocii prin compresia tijelor caliciale (cancer al regiunii mijlocii a rinichiului); c: amputaţie totală a caliciului superior şi parţială a bazinetului (cancer de pol superior); d: imagine lacunară benignă (polip bazinetal); e: imagine lacunară malignă (cancer al bazinetului); f: cavitate intrarenală, eroziuni ale conturului superior al caliciului mijlociu şi bazinetului (cancer necrozat de pol superior renal).

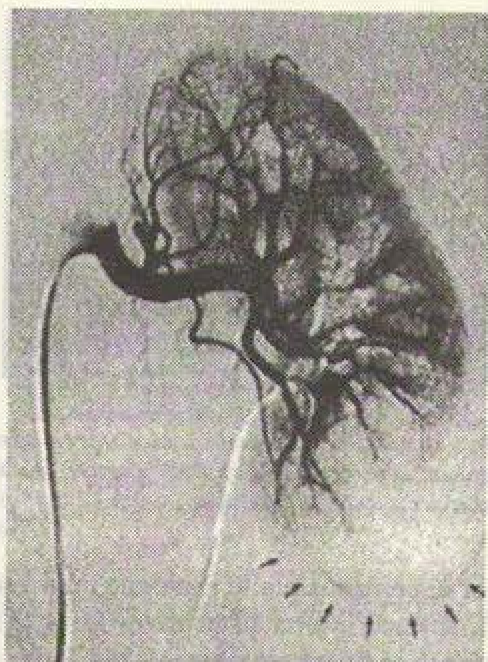


Fig.337. Arteriografie renală selectivă. Zonă avasculară la nivelul polului renal inferior, neregulat delimitată de parenchimul normal (carcinom cu celule renale).

mărite global sau parţial. Tumorile de dimensiuni mari, dezvoltate polar sau în vecinătatea hilului, produc şi deplasarea prin împingere a organului. Forma şi contururile renale sînt modificate corespunzător mărimii şi poziţiei tumorii; ştergerea contururilor psoasului marchează prezenţa unui proces infiltrativ.

Pe aria rinichiului afectat se proiectează uneori calcificări (în unele sarcoame sau tumori ale capsulei) sau imagini neobişnuite, aparţinînd unor formaţiuni osoase rudimentare aberante (în nefroblastom).

In fine, radiografia simplă mai poate pune în evidenţă, în anumite cazuri, deplasarea organelor vecine (colon, diafragm).

9.9.1.2. *Urografia, urografia cu compresie şi pielografia ascendentă* pun în evidenţă modificările căii superioare de excreţie, consecutive compresiei, invaziei sau obstrucţiei produse de tumoare.

Deplasarea şi alungirea. Tumorile benigne, ca şi formele nodulare ale tumorilor maligne, produc devierea traiectului normal al caliciilor, însoţită uneori de alungirea acestora şi reducerea simultană a lumenului lor (fig.336 a). Tumorile de dimensiuni mari modifică poziţia şi orientarea bazinetului şi regiunii superioare a ureterului, în funcţie de sediul dezvoltării lor.

Ingustarea caliciilor şi bazinetului însoţeşte de obicei deplasările produse de împingerea lor prin formaţiunile proliferative. In cazul tumorilor benigne, îngustările conservă contururile nete ale canalelor; în cel al tumorilor maligne (mai ales infiltrative), contururile devin neregulate, şterse.

Dilataţia este consecinţa obstrucţiei realizate prin compresia externă exercitată de tumoare sau prin proliferarea intracanaliculară a acesteia. Poate interesa o regiune papilo-calicială, un grup calicial (fig.336,b) sau bazinetul (în cazul obstrucţiei orificiului superior al ureterului).

Amputaţia reprezintă cel mai caracteristic semn radiologic al tumorilor maligne renale şi este produsă prin invazia şi distrucţia unor porţiuni ale căilor de excreţie, urmată de înlocuirea acestora prin ţesut tumoral. Potrivit întinderii şi localizării, amputaţia poate interesa diferite componente ale arborelui pielo-calicial (fig.336,c; fig.320 f), uneori pînă la dispariţia totală din imagine a acestuia. Contururile segmentului amputat sînt de regulă neregulate, şterse.

Lacunele exprimă radiologic prezenţa în căile de excreţie (calicii, bazinet, ureter) a proceselor tumorale vegetante. Imaginile lacunare tumorale pot fi situate periferic sau central în raport cu cavitatea în care se dezvoltă.

Tumorile benigne, aşa cum este, de exemplu, papilomul bazinetal, produc lacune cu contururi nete, omogene, de formă regulată (fig.336,d).

Imagini similare pot realiza, în afara calculilor radiotransparenţi, şi cheagurile sanguine de mari dimensiuni, formate în căile de excreţie; acestea sînt consecinţa hemoragiilor produse de diferite afecţiuni, inclusiv tumorale.

Lacunele maligne sînt de obicei de formă neregulată, imprecis conturate, neomogene (cu "semitonuri") (fig.336,e).

Ulceraţiile şi eroziunile pot fi evidenţiate la nivelul rinichiului, unde se produc prin necroza şi eliminarea parţială a masei tumorale, ca şi a bazinetului şi caliciilor (fig.336,f).

Modificările funcţionale. Diminuarea capacităţii funcţionale renale, uneori pînă la abolirea secreţiei, relevată de examenul urografic, se poate datora, în evoluţia unei tumori, invaziei vaselor renale, dar mai ales obstrucţiei căilor superioare de excreţie, prin compresie, proliferare intracanaliculară sau formare de chiaguri de mari dimensiuni.

9.9.1.3. *Arteriografia renală* oferă date de importanţă deosebită pentru precizarea prezenţei şi naturii unei tumori. Tumorile maligne se însoţesc mai frecvent de o reţea vasculară abundentă, dispusă anarhic, pe fondul căreia se pot proiecta arii avasculare, corespunzînd teritoriilor necrotice (fig.337). Tumorile benigne sînt lipsite de vascularizaţie; ele pot deforma reţeaua vasculară din vecinătate prin împingere.



Fig.338. Scintigramă renală cu techneţiu 99m-DMSA. Cancer renal drept de mari dimensiuni, cu reducere importantă a fixării pe întreaga arie de proiecţie a organului.

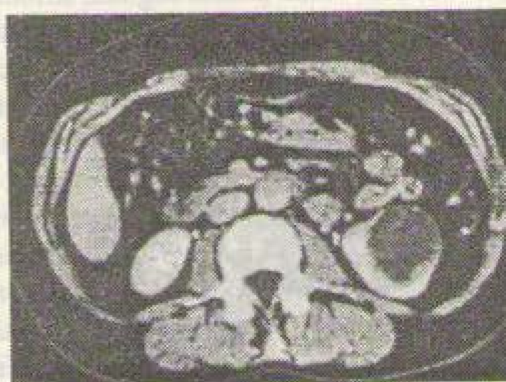


Fig.340. Examen CT cu substanţă de contrast al rinichilor. Formaţiune tumorală neopacifiată dezvoltată la nivelul rinichiului stîng (carcinom chistic cu celule renale).

Cavografia evidenţiază în unele cazuri prezenţa de conglomerate celulare tumorale, care invadează marile vene, precedînd metastazarea pe cale circulatorie.

9.9.1.4. *Examenul scintigrafic* poate contribui la stabilirea dimensiunilor şi localizării tumorii, ca şi la studiul vascularizaţiei acesteia; el oferă, de asemenea, relaţii cu privire la starea funcţională a rinichiului afectat (fig.338).

9.9.1.5. *Investigarea CT* crează posibilitatea reprezentării directe a tumorii şi a relaţiilor ei cu vecinătatea, evidenţiind eventuala invazie a vaselor mari (mai ales cava inferioară) şi prezenţa de adenopatii metastatice (fig.339 şi 340).

9.9.1.6. *Examenul ultrasonografic* permite evidenţierea formaţiunilor tumorale, de obicei sub forma unor zone hipoechogene, reliefînd în acelaşi timp unele detalii structurale (în special prezenţa de calcificări) (fig. 341 şi 342).

9.9.1.7. *Investigarea IRM* permite, ca şi examenul computer-tomografic, reprezentarea directă a tumorii şi a raportelor ei cu formaţiunile anatomice din vecinătate; oferă, de asemenea, informaţii cu privire la starea segmentelor vasculare ce deservesc rinichiul (fig.343).

9.10. Sindromul pseudotumoral

Numeroase formaţiuni expansive dezvoltate la nivelul parenchimului renal (chistul solitar, chistul hidatic, tuberculomul, abcesul) pot realiza radiologic şi imagistic aşa-numitul *sindrom pseudo-tumoral*. Acesta reuneşte un grup de modificări elementare reprezentate mai frecvent de alterarea formei şi contururilor rinichiului, alungirea şi devierea caliciilor, îngustarea bazinetului, mai rar de imagini lacunare, amprente şi dilataţii parţiale ale căii de excreţie (prin compresie şi stază suprajacentă). Asemenea formaţiuni patologice sînt de regulă unilaterale; în mod particular, rinichiul polichistic afectează ambele organe.

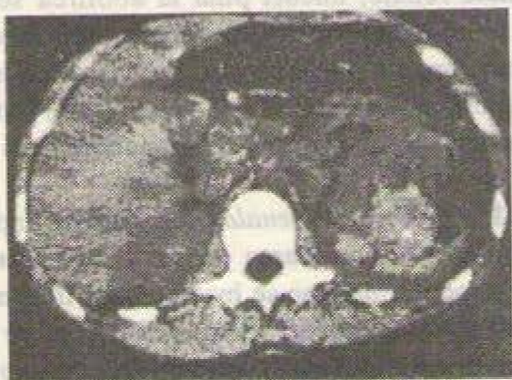


Fig.339. Secţiune transversală CT în planul rinichilor (examen "nativ"). Formaţiune expansivă hiperdensă la nivelul rinichiului stîng (angio-mio-lipom).

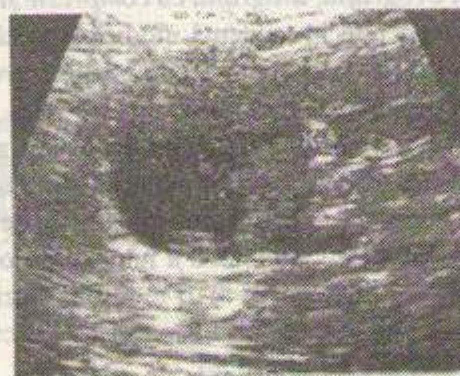


Fig.341. Echografie abdominală transrenală (în plan axial). Formaţiune cu caracter hipoechogen foarte exprimat (carcinom chistic cu celule renale).

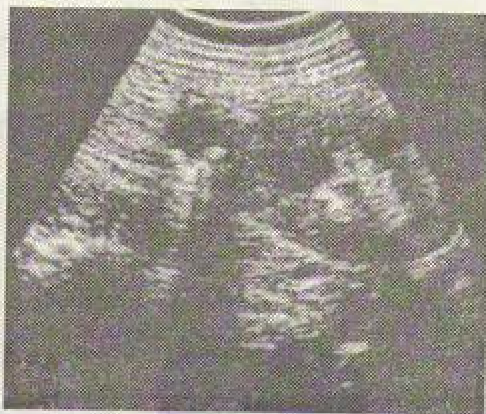


Fig.342. Echografie abdominală transrenală (în plan axial). Formaţiune tumorală renală hipoechogenă cu calcificări (carcinom cu celule renale).

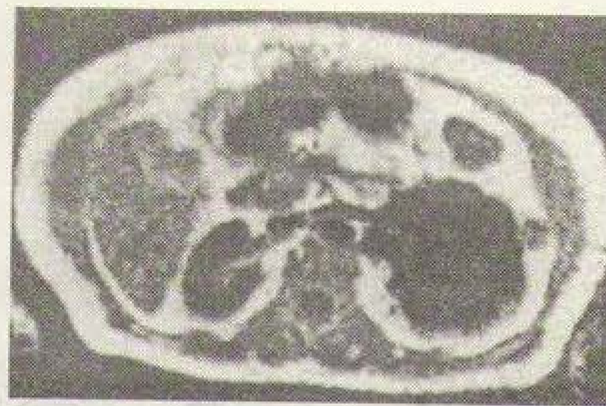


Fig.343. Secţiune RMN transversală în planul rinichilor (regenerare prin inversie). Adenocarcinom de mari dimensiuni al rinichiului stîng.

9.10.1. Chistul solitar şi rinichiul polichistic

Au fost descrise într-un capitol anterior (vezi cap. 9.5.1.6.).

9.10.2. Chistul hidatic

Chistul hidatic cu localizare renală poate atinge uneori dimensiuni considerabile, deformînd conturul rinichiului pe radiografia simplă; prezintă în unele cazuri calcificări, dispuse sub forma unui lizereu opac de aspect circular sau semicircular.

Examenul urografic evidenţiază, în funcţie de dimensiunile şi localizarea chistului, devierea şi îngustarea caliciilor, îngustarea bazinetului sau deplasarea ureterului proximal. După evacuare, substanţa de contrast poate pătrunde în cavitatea restantă, pe care o opacifică total sau parţial.

9.10.3. Tuberculomul

Este o masă cazeoasă încapsulată, dezvoltată în plin parenchim, care nu comunică cu calea de excreţie. Se însoţeşte frecvent de semne ale tuberculozei renale, fie de vecinătate (mici eroziuni, stenoze sau ulceraţii ale caliciilor), fie la distanţă (modificări specifice ale bazinetului sau ureterului).

9.11. Traumatismele renale

Lezarea traumatică a rinichilor se produce mai frecvent prin contuzii sau plăgi şi are consecinţe de gravitate variabilă, de la sufuziuni sangvine (sub- sau extracapsulare) şi fisuri ale parenchimului, pînă la ruptura totală sau zdrobirea unuia sau ambelor organe.

Diagnosticul radiologic şi imagistic al leziunilor traumatice, care are în vedere în esenţă evidenţierea întreruperii continuităţii organului, a revărsatelor sanguine, hematoamelor şi, ulterior, a sechelelor, nu întîmpină dificultăţi, dacă diferite proceduri de investigare sînt disponibile.

Radiografia simplă poate evidenţia ştergerea conturului rinichiului şi psoasului, determinată de revărsatul sanguin sau de prezenţa unui hematom, ca şi fracturi ale oaselor vecine. Urografia practicată în primele zile relevă deformări sau devieri ale căilor superioare de excreţie produse de hematoame, uneori imagini lacunare ce traduc chiaguri intracanaliculare. Reducerea sau absenţa totală a secreţiei, frecvente în cazul traumatismelor intense, pot avea semnificaţia unei stări funcţionale trecătoare.

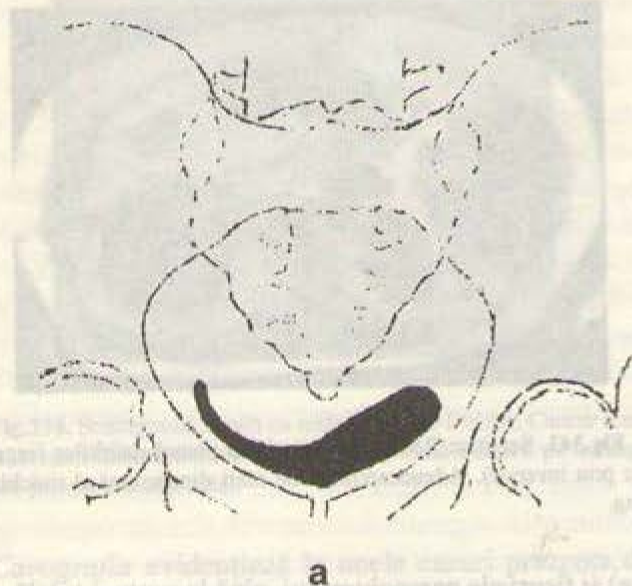
Reprezentarea directă a stării parenchimului, întinderii hemoragiei şi evoluţiei hematomului necesită explorarea echografică, scintigrafică şi, în unele cazuri, date suplimentare ce rezultă din investigarea CT şi IRM.

9.12. Afecţiunile vezicii urinare

In afara litiazei şi tuberculozei urinare, ale căror localizări vezicale au fost descrise, la nivelul vezicii urinare pot fi întîlnite unele manifestări patologice particulare, traduse prin aspecte caracteristice.

9.12.1. Modificările de formă

Cele produse prin compresie externă sînt mai ales consecinţa hiperplaziei uterine, produsă de dezvoltarea



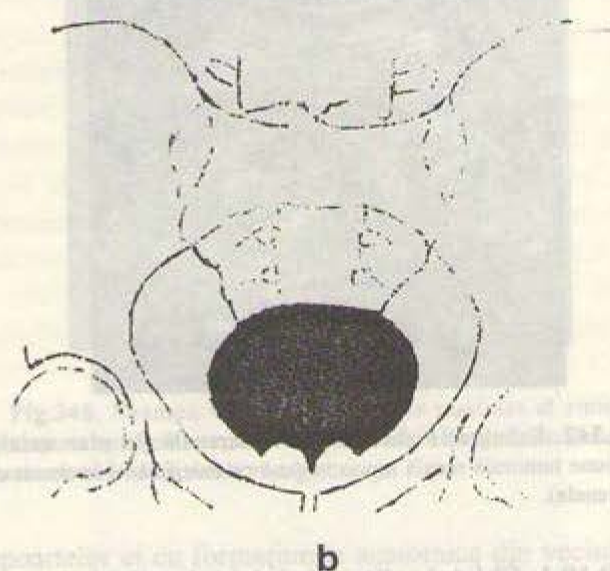


Fig.344. Amprentă pe conturul superior al vezicii (sarcină în luna VI-a) (a) şi pe conturul inferior (adenom de prostată) (b).

tumorilor benigne sau maligne ale uterului, dar mai ales de sarcina înaintată. Aceasta crează pe conturul superior o amprentă largă, caracteristică (fig.344,a). Hiperplazia prostatei, prin adenoame sau tumori maligne, duce la apariţia de amprente, de obicei bilobate, pe conturul inferior, în regiunea suprapubiană (fig.344,b).

9.12.2. *Diverticulii vezicali* pot fi congenitali, în care caz prezintă o structură anatomică similară pereţilor vezicali normali, sau dobîndiţi, cînd se constituie în urma hernierii mucoasei vezicale prin punctele slabe ale musculaturii.

Pe urografie sau cistografie, diverticulii apar ca opacităţi adiţionale, dispuse în vecinătatea contururilor vezicii, unice sau multiple, de formă rotundă sau ovalară, cu contururi deobicei regulate, atingînd uneori dimensiuni gigantice (fig.327). Cavitatea diverticulară comunică cu cea a vezicii printr-un colet îngust; mai rar, baza de implantare poate fi largă. Uneori în interiorul diverticulilor pot fi evidenţiate imagini de calculi. Prezenţa complicaţiilor inflamatorii se traduce prin ştergerea contururilor sau neregularităţi ale acestora.

9.12.3. Disectazia colului vezical

Este o afecţiune specifică sfincterului neted al colului vezicii urinare, care devine rigid şi inextensibil, împiedicînd desfăşurarea normală a micţiunii. La originea acestei stări anormale se situează procese inflamatorii, infiltraţii neoplazice sau tulburări vasomotorii; sînt descrise şi forme congenitale, manifestate din copilărie.

Cistografia micţională, examen de elecţie pentru studiul disectaziei, evidenţiază lipsa de destindere a colului şi scurgerea urinii opace printr-un canal filiform; la sfîrşitul micţiunii persistă în imagine o cantitate importantă de urină reziduală.

In cazurile incipiente, pereţii vezicii prezintă contururi neregulate, cu mici proeminenţe, datorate hipertrofiei coloanelor musculare, traducînd efortul neobişnuit de contracţie al detrusorului. Epuizara acestuia conduce în final la destinderea pasivă a vezicii, la forţarea orificiilor ureterale, care se soldează cu reflux vezico-ureteral. Staza consecutivă în căile superioare de excreţie poate conduce la alterarea funcţiei de secreţie şi concentraţie renale, relevată de examenul urografic.

9.12.4. Tumorile vezicale

Formaţiunile tumorale *benigne*, în majoritate papiloame, produc pe urografie sau cistografie imagini lacunare centrale sau periferice omogene, cu formă şi contururi regulate.

Tumorile *maligne* vegetante creează lacune de dimensiuni variabile, ocupînd uneori cea mai mare parte a cavităţii vezicale, cu contururi neregulate, şterse, cu tonalitate neuniformă a opacităţii (fig.345). Procesele tumorale infiltrative produc rigiditatea peretelui vezical, cu lipsa lui de destindere şi reducerea parţială a volumului organului; la nivelul porţiunii infiltrate contururile devin neregulate.

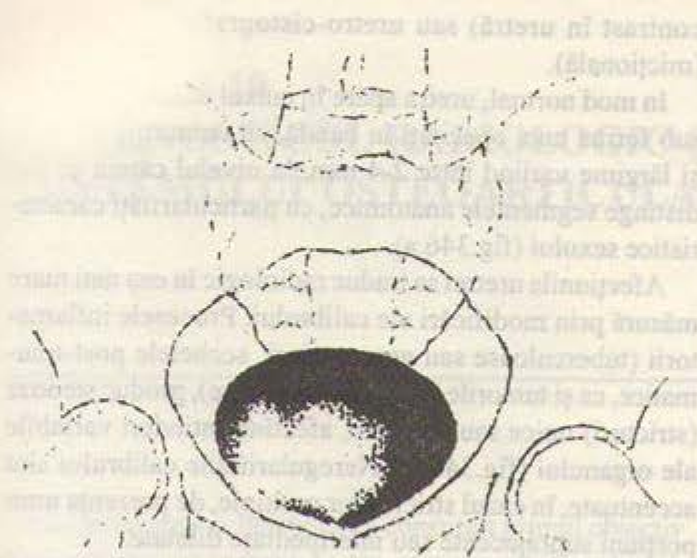


Fig.345. Cancer vegetant al vezicii urinare (cistografie).

In formele incipiente, rigiditatea segmentară a peretelui vezical, cu eventuala fixare la vecinătate, poate fi evidențiată mai ales de policistografie.

Alte proceduri imagistice (în special echografia și IRM) pot contribui la descoperirea și la evaluarea dimensiunilor reale ale tumorilor vezicale.

Infiltrarea orificiului și porțiunii distale a ureterului crează treptat stază ureterală, cu răsunet morfologic și funcțional asupra căii superioare de excreție și rinichiului, evidențiat de examenul urografic.

9.13. Afecțiunile prostatei

9.13.1. Calculii și calcificările

Apar sub forma de opacități intense, de mici dimensiuni și formă neregulată, dispuse în mod caracteristic în regiunea suprapubiană, în vecinătatea liniei mediane.

9.13.2. Tuberculoza prostatei

Se manifestă radiologic prin eroziuni ale uretrei prostatice sau prin prezența de cavități anfractuoase dispuse în parenchimul glandular (fig.346,b). Tehnica de investigare cea mai adecvată pentru evidențierea acestora este uretrografia.

9.13.3. Tumorile prostatei

Capătă expresie radiologică în măsura în care modifică imaginea vezicii urinare și uretrei.

Adenomul de mari dimensiuni proemină pe conturul inferior al vezicii, realizînd o amprentă caracteristică, biarcuată, cu convexitatea superioară, cu contururi nete, regulate, care poate reduce în măsură variabilă aria de proiecție a vezicii (fig.344,b).

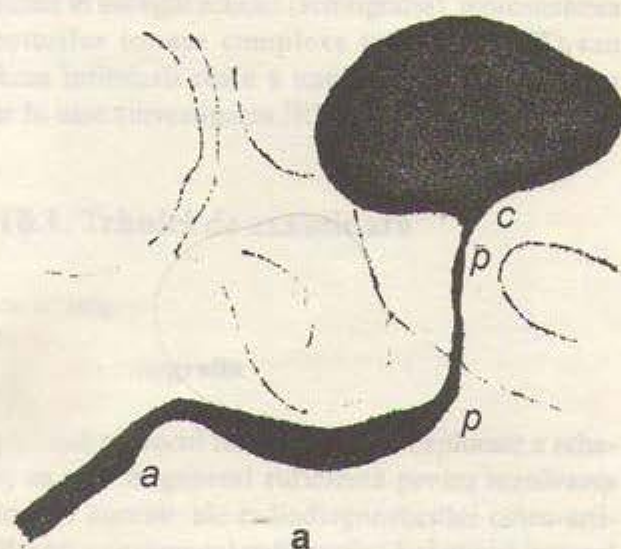




Fig.346. a: aspectul radiologic normal al uretrei masculine pe uretro-cistografie (C: colul vezical; P: uretra prostatică; p: uretra posterioară; a: uretra anterioară). b: tuberculoză ureterală și prostatică (uretro-cistografie).

In *tumorile maligne*, amprenta vezicală este mai puțin pronunțată, de obicei neregulată, asimetrică, cu contururi șterse.

Dintre procedurile imagistice, echografia și în special IRM (secțiunile în plan coronal la nivelul pelvisului) oferă posibilitatea reprezentării directe a glandei și tumorii pe care aceasta o poartă, reliefînd trăsături semnificative pentru natura procesului neoplazic.

9.14. Afecțiunile uretrei

Explorarea radiologică a uretrei implică tehnici particulare, cum este uretro-cistografia ascendentă (opacifierea uretrei și vezicii prin injectarea retrogradă a substanței de contrast în uretră) sau uretro-cistografia descendentă (micțională).

In mod normal, uretra apare în cursul acestor examene sub forma unei opacități în bandă, cu contururi regulate și lărgime variind între 2-4 mm, la nivelul căreia se pot distinge segmentele anatomice, cu particularități caracteristice sexului (fig.346,a).

Afecțiunile uretrei se traduc radiologic în cea mai mare măsură prin modificări ale calibrului. Procesele inflamatorii (tuberculoase sau gonococice), sechelele post-traumatice, ca și tumorile (de altfel foarte rare), produc stenoze (stricturi) unice sau multiple, afectînd întinderi variabile ale organului (fig.346,b). Neregularitățile calibrului sînt accentuate, în cazul stricturilor multiple, de prezența unor porțiuni suprajacente sau intermediare dilatate.

Capitolul 10
DIAGNOSTICUL RADIOLOGIC ŞI IMAGISTIC AL AFECŢIUNILOR SISTEMULUI OSTEOARTICULAR

Componentele scheletului au constituit primul obiectiv al investigării cu radiaţii X; aşa cum am mai menţionat, prima radiografie, efectuată de către Röntgen în 1895, a fost o radiografie a oaselor mîinii. Pe măsura perfecţionării instalaţiilor de radiodiagnostic, radiografiile diferitelor segmente ale scheletului au cîştigat în fineţe şi bogăţie de detalii; au fost concepute numeroase incidenţe particulare, apropriate examinării structurii şi arhitecturii unor oase sau regiuni cu organizare complexă ale sistemului osteo-articular (cum este, de exemplu, craniul).

In prezent, investigarea radiologică a formaţiunilor osoase şi articulare a devenit un instrument de neînlocuit în practica unor discipline medicale ca ortopedia şi traumatologia, oto-rino-laringologia, neurologia, reumatologia, oncologia etc.

Celelalte proceduri imagistice aduc un aport substanţial în evidenţierea unor modificări structurale discrete sau diseminate în întregul schelet (scintigrafia), reprezentarea arhitecturilor osoase complexe (examenul CT) sau reliefarea întinderii reale a unor procese invazive cu origine în oase (investigarea IRM).

10.1. Tehnici de examinare

10.1.1. Radiografia

Reprezintă mijlocul fundamental de explorare a scheletului; ea este în general suficientă pentru rezolvarea problemelor curente ale radiodiagnosticului osteo-articular. Pentru ca examenul radiografic să-şi atingă integral obiectivul propus, acela de a furniza date cît mai complete şi precise, se impune ca el să respecte anumite reguli şi cerinţe.

Este necesară, în primul rînd, alegerea de parametri electrici apropriaţi, care să permită reliefarea netă a detaliior structurale ale oaselor examinate. Investigarea unei piese scheletice, unei regiuni a scheletului sau unei articulaţii obligă la efectuarea a cel puţin două radiografii, în incidenţe perpendiculare una pe cealaltă. In fine, regiunile simetrice vor fi exeminate întotdeauna bilateral, pentru a se crea posubilitatea comparaţiei.

Radiografia fără ecrane întăritoare (folii) reprezintă o variantă cu aplicabilitate limitată la explorarea unor regiuni puţin voluminoase (membrele copilului mic, falangele adultului, unele oase mici ale feţei). Prin această tehnică se elimină scăderea netităţii contururilor creată de granulaţia foliilor, creîndu-se posibilitatea evidenţierii de detalii extrem de fine (de ordinul fracţiunilor de milimetru); ea obligă însă la creşterea considerabilă a timpului de expunere.

Radiografia direct mărită este rezultatul unei expuneri cu distanţă sursă-film redusă (40-50 cm). Obţinerea de detalii suplimentare pe această cale este însă iluzorie.

10.1.2. Tomografia

Este deosebit de utilă pentru evidenţierea unor detalii structurale şi a unor leziuni distructive de mici dimensiuni, acoperite de structurile adiacente.

10.1.3. Artrografia

Folosind ca medii de contrast aerul sau substanţe radioopace introduse în cavitatea articulară, permite studiul spaţiului şi suprafeţelor articulare, al capsulei şi meniscurilor.

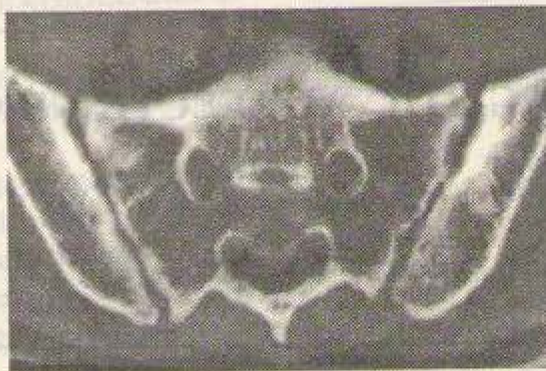


Fig.347. Secţiune computer-tomografică la nivelul regiunii sacro-iliace. Reprezentare netă a articulaţiilor respective.



Fig.348. Scintigrafie a ansamblului scheletic (techneţiu 99m MDP). Aspect normal.

10.1.4. Arteriografia

Este folosită mai ales în cazul tumorilor osoase , pentru evidenţierea tipului de vascularizaţie, important în stabilirea caracterului tumorii.

O vascularizaţie normală, săracă sau absentă este proprie tumorilor benigne, în timp ce una bogată, hiperemică sau anarhică, este apanajul tumorilor maligne. Gradul anomaliilor vasculare poate fi considerat în anumite cazuri proporţional cu cel al malignităţii tumorii.

10.1.5. Fistulografia

Este efectuată de regulă cu o substanţă de contrast iodată (lipiodol); ea pune în evidenţă o cale de comunicare patologică, deschisă la piele, creată de evoluţia unui focar supurativ intraosos.

10.1.6. Tomografia computerizată

Permite o foarte bună reprezentare a elementelor structurale ale osului, a stării spaţiilor articulare, a rapoartelor formaţiunilor scheletului cu structurile anatomice vecine. Este deosebit de utilă în examinarea regiunilor scheletice cu arhitectură complexă, cum este craniul sau bazinul (fig.347).

Prin prelucrarea şi integrarea de către calculator a informaţiei obţinute din planuri succesive de secţiune, se pot obţine "imagini reconstructive", care permit reprezentarea tridimensională a unei formaţiuni osoase sau regiuni scheletice.

10.1.7. Scintigrafia osoasă

Oferă date uneori extrem de valoroase cu privire la prezenţa şi întinderea unor procese tumorale şi distrofice; poate evidenţia, de asemenea, teritorii ischemice (necrotice) şi mai ales metastaze inaparente clinic şi radiologic (în deosebi prin tehnica de investigare a întregului schelet, fig.348).

Investigarea radioizotopică a oaselor utilizează de regulă produse radiofarmaceutice osteotrope, marcate cu Tc-99m, Sr-85 şi 87, mai rar cu F-18.

Radionuclidul cel mai des folosit, techneţiul 99m, este legat de molecule de polifosfaţi, pirofosfaţi şi mai ales difosfaţi de tipul metilendifosfonatului (MDP) sau hidrometilendifosfonatului (HMDP).

Captarea, care depinde esenţial de vascularizaţia osului, este, în condiţii normale, mai intensă la nivelul masivului facial, sternului, arcurilor costale, bazinului şi extremităţilor epifizare ale oaselor lungi (fig.348). In cazul oaselor în creştere, cartilajele de conjugare se remarcă, de asemenea, printr-un grad ridicat de fixare.

Intrucît eliminarea trasorului se realizează prin filtrare renală, pe scintigramă este întotdeauna prezentă imaginea vezicii urinare.



Fig.349. Scintigrafie cu redare digitală a oaselor bazinului (techneţiu 99m MDP).

10.1.8. Investigarea IRM

Oferă posibilitatea reprezentării simultane, pe aceeaşi imagine, a formaţiunilor osoase, structurilor articulare (cartilaje, capsulă) şi elementelor musculare şi ligamentare adiacente (fig.350).

Tehnica permite evidenţierea deosebit de clară a focarelor distructive şi a zonelor ischemice intraosoase, ca şi invazia vecinătăţii prin procesele tumorale cu originea în structurile osului.

10.2. Imaginea normală a scheletului

Imaginea radiologică a oricărui segment scheletic se datorează prezenţei componentei minerale, fosfo-calcice, a osului; în consecinţă, radiografia va reda forma şi structura macroscopică proprii acelor elemente ale sale care posedă această componentă.

Indiferent de forma şi dimensiunile sale, o piesă scheletică este constituită la periferie din ţesut osos *compact*, iar în interior cuprinde ţesut osos *spongios* şi ţesuturi moi (ţesut conjunctiv, măduvă, vase, nervi). Radiologic se evidenţiază numai ţesuturile osoase, compact şi spongios, pe măsura conţinutului lor mineral radioopac; măduva, ţesutul conjunctiv, vasele şi nervii nu au o reprezentare directă iar periostul devine vizibil numai în condiţii patologice.

Ţesutul osos compact, care intră în componenţa compactei şi corticalei, este un ţesut dens şi dur, constituit din lamele concentrice formînd sisteme tubulare care înconjoară canalele Havers. Aceste canale, cu rol principal nutritiv, sînt legate în cadrul unei reţele care asigură distribuţia vasculară şi continuitatea ţesutului conjunctiv intraosos.

Ţesutul osos compact se traduce radiologic printr-o imagine intens opacă, lipsită de structură (fig.351).

Ţesutul osos spongios, prezent în epifizele oaselor lungi şi în oasele scurte şi plate, este format din lamele de os haversian ce se leagă între ele, constituind o reţea cu arhitectură complexă şi variată. Spaţiile conjunctive,

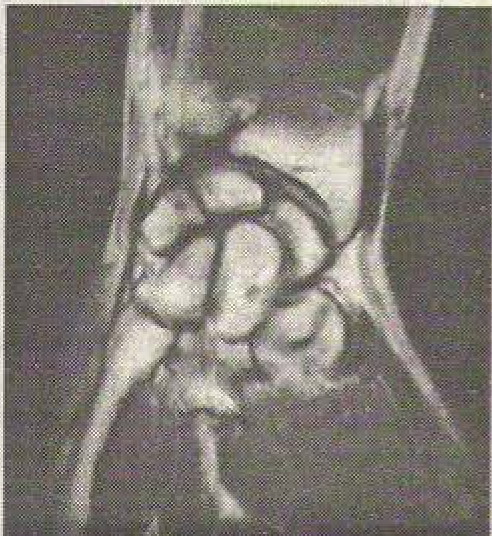




Fig.350. Secţiune coronală RM a regiunii pumnului (a); secţiune sagitală (de profil) RM a regiunii genunchiului (b).

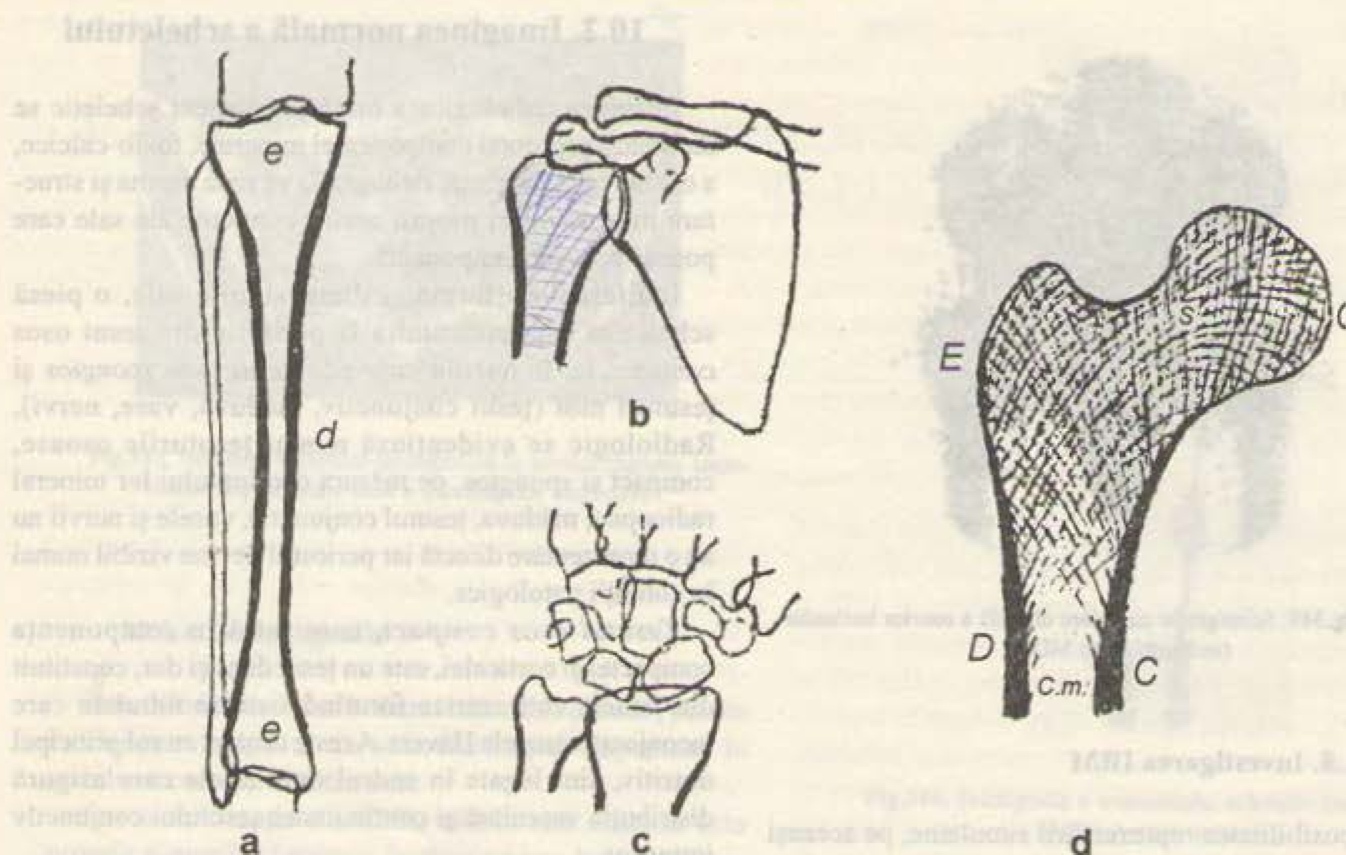


Fig.351. Imaginea radiologică normală a segmentelor scheletice adulte. a-c: variante morfologice. a: os lung (tibia) (e: epifize, d: diafiză); b: os plat (omoplatul); c: oase scurte (oasele carpiene). d: variante structural arhitectonice (treimea superioară a femurului). E: epifiză; D: diafiză; S: spongioasă; C: compactă; c: corticală; c.m.: canal medular.

similare structural celor din ţesutul compact, sînt mult mai largi şi au un conţinut în structuri moi mult mai abundent. Grosimea şi orientarea traveelor osoase este în cea mai mare măsură condiţionată de acţiunea mecanică a forţelor la care sînt supuse.

Imaginea radiologică a ţesutului osos spongios este reprezentată de opacităţi liniare fine, care constituie o reţea cu ochiuri transparente, de lărgime variabilă, sau se dispun după linii de forţă (fig.351).

Ţesutul osos embrionar (tînăr) este a treia variantă structurală, întîlnită de obicei la scheletul embrionului şi fătului; la adult poate fi prezent în faza iniţială a calusului sau în unele osificări heterotope.

10.2.1. Imaginea radiologică a segmentelor scheletului.

Morfologia radiologică a unui os considerat ca organ îmbracă aspecte diferite, în funcţie de tipul lui anatomic (os lung, plat sau scurt) şi de vîrsta subiectului examinat.

10.2.1.1. *Oasele adultului. Osul lung* prezintă la nivelul diafizei o *compactă*, tradusă radiologic prin două benzi opace marginale omogene, de intensitate mare, lipsite de structură, de lărgime variabilă, cu contururi nete şi regulate în afară şi mai puţin precise înăuntru, spre canalul medular (fig.351, a şi d). La extremităţile osului, compacta diafizară îşi reduce treptat grosimea, continuîndu-se la nivelul epifizelor cu *corticala* (fig.351,d).

Canalele Havers şi Volkmann, de dimensiuni microscopice, nu au reprezentare radiologică. Locul de pătrundere a vaselor în os este uneori vizibil sub forma unei transparenţe liniare fine, regulate.

Canalul medular, situat în regiunea centrală a diafizei, între benzile opace ale compactei, se prezintă sub forma unei benzi transparente omogene sau uşor striate, prin prezenţa unor travee osoase care circumscriu canalul (fig.351,d).

La nivelul epifizelor, *corticala* apare ca o linie opacă fină, netă şi regulată, care delimitează osul la exterior; în porţiunile intraarticulare ale epifizelor, ea se situează sub cel mai profund strat al cartilajului articular.

Spongioasa epifizară realizează o reţea formată din opacităţi liniare fine, intense, orientate potrivit direcţiilor solicitării mecanice la care este supus osul (fig.351,d). Aceste opacităţi delimitează între ele numeroase spaţii clare, corespunzătoare ochiurilor în care se situează ţesuturile conjunctiv şi hematopoetic.

Arhitectura funcţională a spongioasei este deosebit de exprimată la nivelul epifizei proximale a femurului, unde dispoziţia lamelelor osoase traduce direcţia liniilor de forţă ca într-o reprezentare grafică a acestora. (fig.351,d).

Oasele plate sînt delimitate la exterior de o corticală de grosime variabilă, cu caracterele radiologice descrise; pe restul ariei de proiecţie se evidenţiază o structură de os spongios.

Aspectul spongioaselor oaselor plate este diferit în funcţie de segmentul examinat. Astfel, la nivelul omoplatului traveele osoase au o direcţie radiară; la nivelul coxalului structura spongioasei este similară celei a epifizelor oaselor lungi, în timp ce la oasele cutiei craniene ea este poroasă, areolară, cu ochiuri fine (diploia oaselor craniene).

Oasele scurte sînt alcătuite dintr-o corticală periferică subţire şi o spongioasă internă, cu structura similară celei a epifizelor.

Spongioasa calcaneului, os supus unor solicitări mecanice intense, prezintă o orientare funcţională a traveelor foarte exprimată, amintind pe cea evidenţiată la nivelul epifizei proximale a femurului.

10.2.1.2. *Oasele copilului* prezintă, în funcţie de vîrsta la care se practică examinarea, particularităţi notabile. Acestea sînt explicabile ţinînd seama de procesul de geneză şi dezvoltare pe care îl parcurg.

Formarea *oaselor lungi* implică apariţia şi dezvoltarea unor puncte sau *nuclee de osificare primară*, din care rezultă diafiza, şi a unor *nuclee de osificare secundară*, situate la extremităţile osului, din care vor rezulta epifizele şi apofizele.

Nucleele de osificare primară ale tuturor oaselor lungi apar în viaţa intrauterină, astfel încît ele pot fi evidenţiate chiar de la naştere. Nucleele (punctele) de osificare secundară, care întregesc formarea diverselor piese scheletice, apar la vîrste diferite; unele sînt prezente la naştere, altele (de exemplu, cel al epicondilului humeral) pot fi evidenţiate numai aproape de pubertate.

Din prima categorie trebuie menţionat în primul rînd nucleul de osificare al epifizei superioare a tibiei. Apariţia nucleului de osificare secundară al epifizei inferioare a femurului (nucleul lui Béclard) precede întotdeauna cu cîteva zile naşterea la fete şi aproape întotdeauna la băieţi. Prezenţa lui în imagine poate căpăta importanţă medico-legală, ca expresie a naşterii la termen.

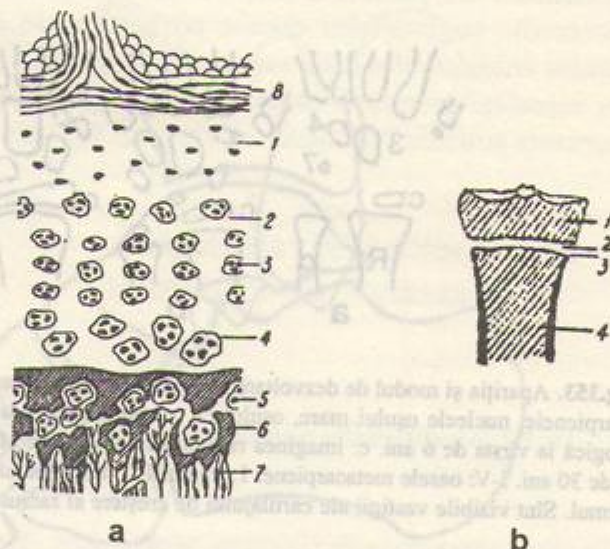


Fig. 352. a:structura microscopică a cartilajului de creştere. 1: cartilaj hialin; 2: zona grupelor coronale; 3: cartilajul seriat; 4: cartilajul hipertrofic; 5: celulele zonei cartilajului calcificat; 6: substanţa fundamentală calcificată în aceeaşi zonă; 7: zona de invazie şi osificare provizorie; 8: lamelă osoasă epifizară; b: aspectul anatomo-radiologic al osului lung în creştere. 1: epifiza; 2: cartilajul de conjugare; 3: zona cartilajului calcificat (metafiza); 4: diafiza.

In cursul dezvoltării oaselor lungi, nucleele primare diafizare rămîn separate de cele secundare, epifizare, prin cartilajele diafizo-epifizare (de creştere sau de conjugare), care asigură creşterea osului în lungime.

Dezvoltarea în grosime este realizată de stratul intern al periostului, care produce apoziţii succesive, concentrice, de ţesut osos compact.

Cartilajul de creştere apare radiologic sub forma unei linii transparente, de lărgime ce variază de la o piesă scheletică la alta (în medie, 2-3 mm), care străbate osul de la o margine la cealaltă (fig.352,b,2). Conturunile, uşor ondulate, sînt întotdeauna nete iar la oasele pereche aspectul este simetric.

Structura histologică a cartilajului de creştere, care reflectă în mare măsură procesul de formare a osului dintr-un tipar sau "model" cartilaginos preexistent, este complexă (fig.352). Cunoaşterea ei permite înţelegerea aspectelor anatomo- radiologice în numeroase afecţiuni ale scheletului, mai ales în cele apărute la vîrsta copilăriei.

In porţiunea lui vecină cu epifiza, cartilajul are o structură de tip hialin (celule fără capsulă, fibrile colagene orientate transversal); dedesubt se situează o zonă cu celule dispuse în grupe "coronale", formînd aşa-numiţii "corpusculi cartilaginoşi". In stratul imediat următor, celulele se dispun în serii paralele (cartilajul "seriat"); sub acesta, urmează o zonă în care atît celulele, de dimensiuni



Fig.353. Apariţia şi modul de dezvoltare ale nucleelor de osificare ale oaselor mîinii. a: imaginea radiologică la vîrsta de 3 ani. Se evidenţiază metacarpienele, nucleele osului mare, osului cu cîrlig şi piramidalului, diafizele radiusului şi cubitusului, nucleul epifizar radial. b: imaginea radiologică la vîrsta de 6 ani. c: imaginea radiologică la vîrsta de 10 ani. d: imaginea radiologică la vîrsta de 16 ani. e: imaginea radiologică la vîrsta de 30 ani. I-V: oasele metacarpiene. 1. trapezul; 2. trapezoidul; 3. osul mare; 4. osul cu cîrlig; 5. scafoidul; 6. semilunarul; 7. piramidalul; 8. pisiformul. Sînt vizibile vestigii ale cartilajului de creştere al radiusului. R: radius; C: cubitus; c: cartilaj de creştere.

mult crescute, cît şi substanţa fundamentală, prezintă semne evidente de degenerare (zona cartilajului hipertrofic). In regiunea subjacentă, cartilajul se impregnează cu săruri calcice, formînd o reţea în jurul elementelor celulare (cartilajul calcificat); cavităţile create în acest cartilaj sînt invadate de vase şi ţesut conjunctiv tînăr, provenind din ţesutul osos diafizar, care va realiza prin metaplazie o zonă de osteogeneză adevărată, *osificarea primitivă* (fig.352,a), responsabilă de creşterea în lungime a osului.

Zona cartilajului calcificat este tradusă radiologic printr-o linie opacă netă şi regulată, care delimitează spre diafiză transparenţa celorlalte straturi ale cartilajului de creştere (fig.352,b); ea marchează astfel regiunea de tranziţie diafizo-epifizară, aşa-numita *metafiză*.

Cartilajul diafizo-epifizar dispare odată cu terminarea creşterii dar vestigiile sale, sub forma unor opacităţi liniare discrete ce traduc zone de calcificare, pot fi observate uneori pînă la vîrsta de 30 de ani.

Regiunea din osul lung situată între extremitatea canalului medular şi cartilajul de creştere, *metafiza*, are o structură spongioasă. Ea este o regiune bogat vascularizată, cu rol important în dezvoltarea osului în lungime; ea este sediul a numeroase procese patologice.

Oasele scurte se formează din nuclee de osificare ce pot fi echivalate ca moment de apariţie, aspect radiologic şi mod de dezvoltare cu nucleele de osificare secundară ale oaselor lungi. La naştere sînt prezente numai nucleele astragalului, calcaneului şi uneori cuboidului.

Apariţia nucleelor de osificare primară şi secundară, dezvoltarea lor şi momentul sudurii diafizo-epifizare (în ceea ce priveşte oasele lungi), ca şi apariţia şi dezvoltarea nucleelor de osificare ale oaselor scurte şi plate, sînt supuse la numeroase variaţii individuale. In general, nucleele de osificare apar la fete cu 1-2 ani mai timpuriu decît la băieţi, iar sudarea lor la diafiză se produce cu 3-4 ani mai devreme. Statistic, se apreciază că apariţia şi dezvoltarea nucleelor respective este mai rapidă în jumătatea stîngă a corpului decît în cea dreaptă.

Aprecierea stării de dezvoltare a scheletului după aceste criterii rămîne însă destul de relativă.

10.2.2. Imaginea radiologică a articulaţiilor.

Articulaţiile sînt formaţiuni anatomice complexe, care realizează legătura dintre oase, asigurîndu-le un anumit grad de mobilitate.

Articulaţiile pot fi încadrate din punct de vedere morfofuncţional în mai multe tipuri:

– *diartrozele* se caracterizează prin prezenţa unei cavităţi în care extremităţile oaselor, acoperite de cartilaje şi legate prin capsulă şi ligamente, pot efectua mişcări de amplitudine şi sensuri variabile (fig.354,a). Ele asigură în general un grad ridicat de mobilitate segmentelor scheletice pe care le unesc;

– *amfiartrozele* leagă segmente osoase învecinate prin intermediul unor structuri fibro-cartilaginoase. Mişcările pe care le permit sînt limitate şi se pot produce într-un singur sens (fig.354,b);

– *sinartrozele* leagă piese scheletice prin intermediul unor formaţiuni cartilaginoase (sincondroza, fig.354,c), fibroconjunctivale sau osteo-fibroase (sinostoza, fig.354,d).

Radiologic, starea unei articulaţii poate fi apreciată numai după aspectul contururilor extremităţilor osoase, corespunzătoare *suprafeţelor articulare* şi ale acestora, şi cel al *spaţiului articular*. Capsula articulară, cartilajele,

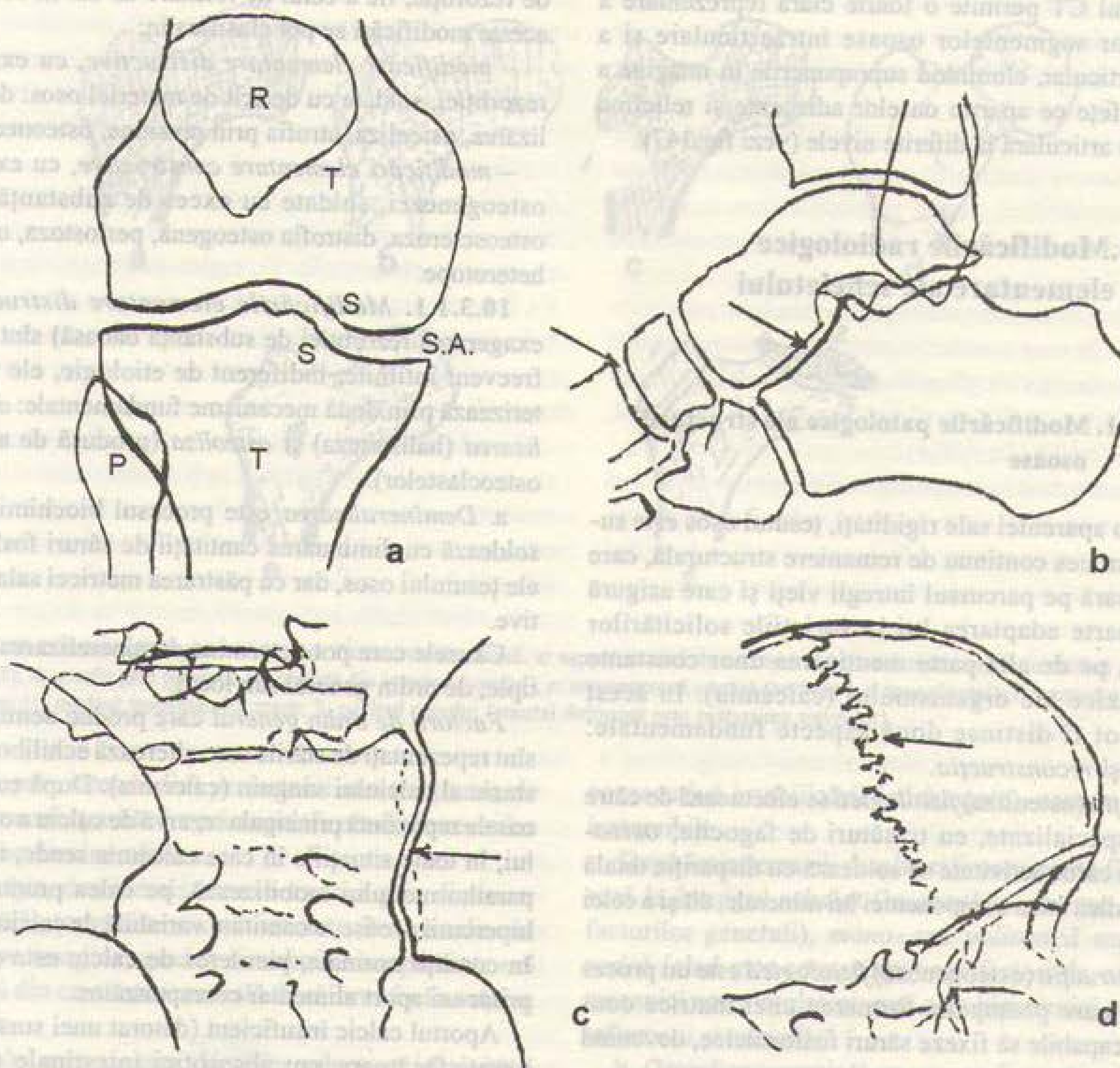


Fig.354. Aspecte radiologice ale diferitelor tipuri de articulaţii. a: diartroză (articulaţia genunchiului). R: rotula; F: femurul; T: tibia; P: peroneul; S.A.: spaţiul articular; s: suprafeţe articulare. b: amfiartroze (articulaţiile intertarsiene); c: sinartroză cartilaginoasă (articulaţia sacroiliacă); d: sinostoză (sutura fronto-parietală).

ligamentele şi celelalte ţesuturi moi periarticulare nu au expresie radiologică proprie în condiţii normale.

Ele sînt însă foarte net reprezentate pe imaginile obţinute prin examinare RM (vezi fig.350).

Contururile segmentelor osoase intraarticulare sînt reprezentate de linii opace fine, regulate, formate de corticala subcondrală a epifizelor (fig.354). Ele se caracterizează printr-un paralelism perfect, care asigură uniformitatea în înălţime a spaţiului articular şi care traduce în acelaşi timp congruenţa suprafeţelor osoase, necesară unor mişcări normale.

Spaţiul articular apare pe radiografie ca o bandă transparentă omogenă, cu lărgime sensibil egală pe toată întinderea ei (în medie, de ordinul cîtorva milimetri), cu traiect variabil în funcţie de articulaţia examinată (fig.354).

In realitate, spaţiul articular este un spaţiu virtual; imaginea radiologică transparentă traduce proiecţia cartilajelor de acoperire (între care se intercalează uneori meniscuri) a suprafeţelor osoase articulare, care vin în contact prin intermediul unui strat capilar de lichid sinovial. Lărgimea "spaţiului" articular corespunde grosimii formaţiunilor cartilaginoase.

Interpretarea corectă a stării spaţiului articular obligă la efectuarea de radiografii bilaterale comparative (în cazul articulaţiilor perechi).

Examenul CT permite o foarte clară reprezentare a contururilor segmentelor osoase intraarticulare şi a spaţiului articular, eliminînd suprapunerile în imagine a unor suprafeţe ce aparţin oaselor adiacente şi reliefînd congruenţa articulară la diferite nivele (vezi fig.347).

10.3.Modificările radiologice elementare ale scheletului

10.3.1. Modificările patologice ale structurii osoase

In ciuda aparentei sale rigidităţi, ţesutul osos este supus unui proces continuu de remaniere structurală, care se desfăşoară pe parcursul întregii vieţi şi care asigură pe de o parte adaptarea lui la variaţiile solicitărilor macanice, pe de altă parte menţinerea unor constante homeostazice ale organismului (calcemia). In acest proces, pot fi distinse două aspecte fundamentale: *rezorbţia* şi *reconstrucţia*.

Rezorbţia (osteoliza) *fiziologică* se efectuează de către celulele specializate, cu trăsături de fagocite, *osteoclastele*, a căror activitate se soldează cu dispariţia totală a osului, adică atît a componentei lui minerale, cît şi a celei organice.

Reconstrucţia (osteogeneza) *fiziologică* este un proces complex, care presupune formarea unei matrice conjunctive, capabile să fixeze săruri fosfocalcice, devenind astfel ţesut osos.

Matricea organică este constituită din ţesut conjunctiv tînăr, care provine din metaplazia ţesutului conjunctiv diferenţiat aflat în cavităţile osului. Metaplazia se datorează unor condiţii circulatorii particulare, în care se succed hiperemia şi staza, producînd edemul ţesutului conjunctiv matur şi dediferenţierea acestuia. Pregătirea viitoarei matrice în vederea fixării sărurilor fosfocalcice este realizată prin activitatea enzimatică a *osteoblastelor*. Aceste celule sînt componente normale, specifice ţesutului osos. In osul adult, ele se găsesc într-o stare caracterizată printr-un nivel metabolic extrem de scăzut şi prin absenţa totală a mitozelor ("osteocite"). In anumite condiţii, dictate de factori circulatori, neuro-endocrini, umorali sau mecanici, ele îşi reiau activitatea, participînd la edificarea ţesutului osos.

Modificările structurii osoase produse de procesele patologice au ca substrat desfăşurarea într-un grad excesiv, neadecuat echilibrului morfo-funcţional, fie a procesului de rezorbţie, fie a celui de formare de os. In consecinţă, aceste modificări se pot clasifica în:

– *modificări elementare distructive*, cu exagerarea rezorbţiei, soldate cu deficit de material osos: demineralizarea, osteoliza, atrofia prin presiune, osteonecroza;

– *modificări elementare constructive*, cu exagerarea osteogenezei, soldate cu exces de substanţă osoasă: osteoscleroza, distrofia osteogenă, periostoza, osificările heterotope.

10.3.1.1. *Modificările elementare distructive* (cu exagerarea rezorbţiei de substanţă oaoasă) sînt cele mai frecvent întîlnite; indiferent de etiologie, ele se caracterizează prin două mecanisme fundamentale: *demineralizarea* (halistereza) şi *osteoliza* (produsă de activitatea osteoclastelor).

a. *Demineralizarea* este procesul biochimic care se soldează cu diminuarea cantităţii de săruri fosfo-calcice ale ţesutului osos, dar cu păstrarea matricei sala conjunctive.

Cauzele care pot determina demineralizarea sînt multiple, de ordin general sau local.

Factorii de ordin general care produc demineralizare sînt repezentaţi de stările care alterează echilibrul homeostazic al calciului sanguin (calcemia). După cum se ştie, oasele reprezintă principala rezervă de calciu a organismului; în toate situaţiile în care calcemia scade, intervenţia parathormonului mobilizează, pe calea producerii unei hiperemii osoase, o cantitate variabilă de calciu scheletic. In condiţii normale, pierderea de calciu este echilibrată printr-un aport alimentar corespunzător.

Aportul calcic insuficient (datorat unei surse exogene nesatisfăcătoare sau absorbţiei intestinale deficitare, produsă, de exemplu, de enterocolitele cronice grave), pierderea exagerată de calciu (prin drenaj biliar extern prelungit) sau hiperfuncţia paratiroidiană (în boala Recklinghausen) sînt principalii factori de ordin general care pot produce demineralizarea.

Dintre *factorii de ordin local*, cel mai important este accentuarea circulaţiei în sectorul ei arterial, adică hiperemia. Prin creşterea acidozei locale, hiperemia favorizează mobilizarea calciului din structurile osoase şi transportul lui la distanţă pe calea circulaţiei.

Calitatea ţesutului conjunctiv, alterată în hipo- sau avitaminozele C şi D, hipotiroidism sau stări carenţiale complexe (la caşectici şi senili) constituie un alt factor local implicat în anumite forme de demineralizare.

Factorii mecanici, al căror rol în păstrarea structurii normale a osului este bine cunoscut, pot deveni în condiţii particulare cauze ale demineralizării. Suprimarea sarcinilor mecanice (în cursul imobilizărilor), presiunea

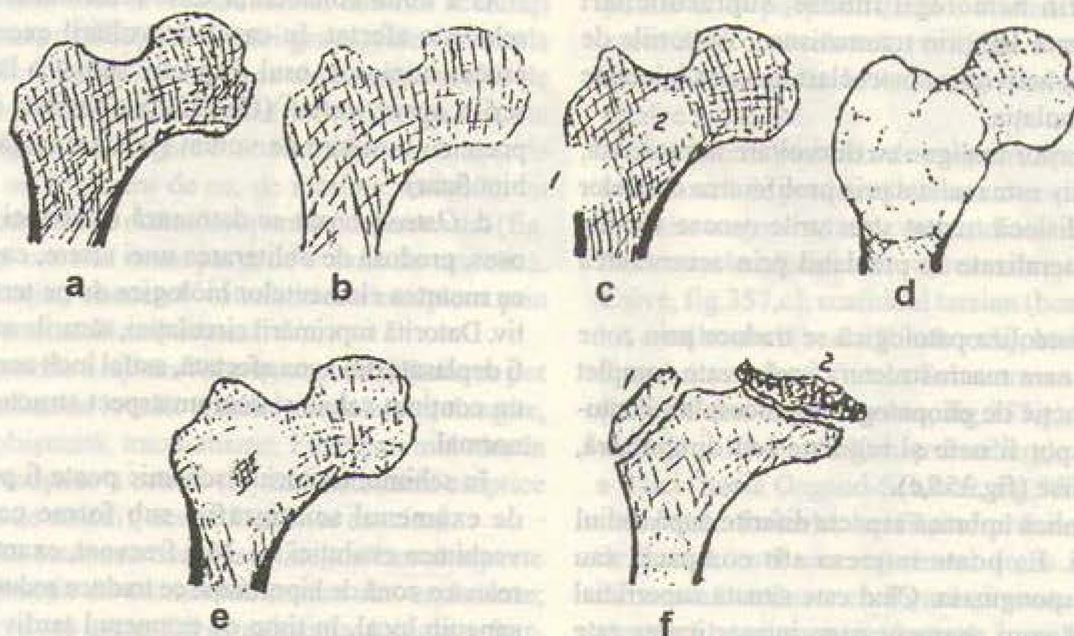


Fig.355. Modificări radiologice elementare distructive ale osului. a: aspect normal; b: osteoporoză (demineralizare); c: osteoliză periferică (1) şi centrală (2); d: atrofie prin presiune (exercitată din interiorul osului); e: osteonecroză septică (sechestru al spongioasei); f: necroză aseptică pe un os în creştere (1. nucleul trohanterului mare; 2. nucleul capului femural deformat prin prăbuşirea traveelor).

exercitată prin intermediul periostului sau tracţiunea de intensitate neobişnuită sînt principalele condiţii mecanice care produc demineralizare.

Radiologic, demineralizarea se traduce prin diminuarea opacităţii structurilor osoase afectate. Pentru a deveni aparentă pe imagine, gradul ei trebuie să reprezinte cel puţin 30 % din cantitatea normală de sărurui fosfo-calcice ale osului.

La nivelul spongioasei, odată cu reducerea intensităţii lor, traveele osoase apar mai subţiri şi mai rare, întrucît unele dintre ele dispar din imagine; ochiurile spongioasei sînt aparent lărgite. Acest aspect radiologic capătă denumirea de *osteoporoză* (fig.335,b). Intr-un stadiu avansat, demineralizarea afectează şi corticala şi compacta, care îşi reduc intensitatea, se subţiază şi capătă uneori un aspect fasciculat ("spongiozarea" ţesutului osos compact).

Deşi osul afectat prezintă în ansamblu o creştere, uneori foarte pronunţată, a transparenţei sale, macrostructura lui nu par întreruptă.

In realitate, un grad foarte accentuat de demineralizare, ducînd în unele situaţii la spolierea totală sau cvasi-totală de săruri minerale a matricei, se însoţeşte aproape întotdeauna şi de modificări ale acesteia; mai frecvent, ea suferă o diferenţiere fibroasă sau adipoasă sau este fagocitată. Astfel se explică aspectul deosebit de pregnant al unor osteoporoze (aşa cum este osteoporoza "pătată", consecutivă imobilizării îndelungate), care se vădesc şi ireversibile.

După întinderea ei, demineralizarea poate fi *generalizată* la întregul schelet (în cazul în care se datorează factorilor generali), *mono-* sau *poliostică* sau *circumscrisă* (cînd este consecinţa unor factori de ordin local, mecanici sau circulatori, mai ales hiperemiei produse de inflamaţii şi tumori).

b. *Osteoliza* reprezintă un proces distructiv al ţesutului osos, în care atît componenta minerală, cît şi cea organică, dispar în totalitate. Spre deosebire de demineralizare, care se desfăşoară într-un interval de timp relativ scurt, pe calea modificărilor de circulaţie, osteoliza, avînd ca substrat activitatea fagocitară a osteoclastelor, are o desfăşurare mai lentă.

Procesul de osteoclazie intervine de regulă atunci cînd ţesutul osos îşi pierde motivaţia funcţională sau de calităţile biologice necesare îndeplinirii funcţiilor sale.

In condiţii fiziologice, osteoclazia apare în microregiunile care încetează să mai fie solicitate mecanic, datorită variaţiilor apărute pe traiectul liniilor de forţă (osteoliza fiziologică); ea contribuie astfel la remanierea continuă a osului, ce asigură permanent un maximum de rezistenţă cu un minimum de material.

In condiţii patologice, fagocitarea unei structuri osoase este determinată de alterarea gravă, ireversibilă, a trăsăturilor biologice ale acesteia, prin procese inflama-

torii, toxice, prin hemoragii întinse, suprasolicitări mecanice de durată sau prin traumatisme. Teritoriile de os "asanate" prin activitatea osteoclastelor sînt înlocuite prin ţesut de granulaţie.

In cazul tumorilor maligne cu dezvoltare intraosoasă, procesul distructiv este realizat prin proliferarea celulelor tumorale, care dislocă treptat structurile osoase vecine, de obicei demineralizate în prealabil prin accentuarea circulaţiei.

Radiologic, osteoliza patologică se traduce prin zone transparente, în care macrostructura osului este complet dispărută. In funcţie de etiopatogenia procesului, contururile imaginii pot fi nete şi regulate sau dimpotrivă, neregulate şi şterse (fig.355,c).

Zona de osteoliză îmbracă aspecte diferite după sediul şi întinderea ei. Ea poate interesa atît compacta sau corticala, cît şi spongioasa. Cînd este situată superficial sau pe conturul unui segment osos intraarticular este denumită *eroziune* iar la dimensiuni mai mari *carie*. Zonele de osteoliză situate în regiunea centrală a osului crează, din punct de vedere radiologic, *imagini cavitare*, *geode* sau *formaţiuni chistice*; acestea din urmă se caracterizează prin regularitatea şi netitatea perfectă a contururilor.

Prezenţa pe aria de proiecţie a unei cavităţi intraosoase a imaginii unui fragment de os cu structură mai mult sau mai puţin normală (fig.355,e) are semnificaţia unui sechestru şi este o manifestare a osteomielitei.

c. *Atrofia prin presiune*. Presiunea exercitată cu un anumit grad de intensitate asupra structurilor osoase prin intermediul periostului produce iniţial demineralizarea acestora. Matricea osoasă eliberată de sărurile fosfocalcice este treptat deprimată de procesul patologic care crează presiunea şi care înlocuieşte treptat un teritoriu circumscris al osului. Radiologic, rezultă o zonă transparentă, total lipsită de structură, situată, în funcţie de localizarea factorului ce produce presiunea, la periferia sau în centrul osului. In primul caz, rezultă o deformare a conturului, prin apariţia unei amprente de întindere şi adîncime variabile, în cel de-al doilea o imagine chistică (fig.355,d).

La periferia teritoriului afectat se crează condiţii de osteogeneză, care permit o remaniere structurală.

O primă consecinţă a acesteia este faptul că periferia zonei de lipsă de substanţă păstrează contururi nete şi neîntrerupte; ea apare în imagine sub forma unui lizereu opac fin. In cazul unei creşteri bruşte de presiune, cînd aceasta se exercită dinăuntrul osului, pot apare soluţii de continuitate ale structurii înconjurătoare, datorate fracturii acesteia.

O a doua consecinţă este deformarea segmentului scheletic afectat. In cazul dezvoltării excentrice a unui proces intraosos, osul respectiv suferă o lărgire circumscrisă, apare "suflat" (fig.355,d); o cavitate intraosoasă va prezenta o mărire de volum (şeaua turcică în adenomul hipofizar).

d. *Osteonecroza* se datorează ischemiei unui teritoriu osos, produsă de obliterarea unei artere, care se soldează cu moartea elementelor biologice de pe teritoriul respectiv. Datorită suprimării circulaţiei, sărurile minerale nu pot fi deplasate din zona afectată, astfel încît aceasta păstrează un conţinut calcic şi deci un aspect structural radiologic normal.

In schimb, teritoriul ischemic poate fi pus în evidenţă de examenul scintigrafic, sub forme care depind de vechimea evoluţiei lui. Mai frecvent, examenul timpuriu relevă o zonă de hipofixaţie ce traduce reducerea debitului sanguin local, în timp ce examenul tardiv evidenţiază o zonă hipofixantă, înconjurată de una cu fixare crescută, mărturie a hipervascularizaţiei reactive din vecinătate (fig.356).

In realitate, imaginea radiologică a regiunii din os în care apare un proces de necroză depinde substanţial de etiopatogenia acestuia.

Osteonecrozele *septice* sînt consecinţe ale unor procese inflamatorii de natură infecţioasă (osteomielita stafilococică, tuberculoasă sau luetică); ele se instalează prin obliterarea vaselor datorată emboliilor şi trombozelor cu material infectat. Ceea ce le caracterizează este



Fig.356. Necroză a capului femural stîng. Examenul scintigrafic (Tc 99m MDP) evidenţiază o zonă de hipofixaţie (săgeata), înconjurată de una uşor hipofixantă.

faptul că ţesutul osos învecinat suferă, datorită aceluiaşi factor inflamator-infecţios, alterări grave, care conduc la osteoliză. Teritoriul necrotic se detaşează astfel de regiunea înconjurătoare, devenind un *sechestru*. Acesta crează o imagine radiologică foarte caracteristică, uşor de recunoscut: un fragment de os, de mărime variabilă, cu structură şi intensitate normale, apare înconjurat total (fig. 355,e) sau în cea mai mare parte de o zonă de osteoliză. In a doua situaţie, "chenarul" osteolitic este completat prin regiuni de demineralizare intensă.

Osteonecrozele *aseptice* recunosc cauze diferite ce pot determina ischemie locală: spasme vasculare prelungite, presiune neobişnuită, traumatisme. Frecvent, mai ales în perioada de creştere a osului (în care necrozele aseptice se instalează de obicei), aceşti factori se asociază.

Radiologic, osteonecrozele aseptice realizează aspecte diferite, în funcţie de momentul în care sînt examinate; sînt foarte greu sau imposibil de evidenţiat iniţial sau într-o fază evolutivă timpurie, întrucît teritoriul osos afectat păstrează o structură aparent normală iar vecinătatea lui poate să nu prezinte modificări vizibile. Uneori, în jurul zonei de necroză se produce un grad variabil de demineralizare, pe fondul căreia zona respectivă apare mai intens opacă.

Intr-un asemenea stadiu, teritoriul ischemic sau necrotic poate fi reliefat prin examenul scintigrafic (vezi fig.356) sau prin investigare IRM.

In evoluţie, datorită pierderii calităţilor mecanice ale osului necrotic, intervine, ca o consecinţă a solicitării continue, prăbuşirea lui. Pe imaginea radiologică se evidenţiază reducerea dimensională a regiunii afectate, care capătă forme şi conturi neregulate şi o opacitate uşor crescută (fig.355,f,2). Dacă teritoriul necrotic este întins, se va produce deformarea osului; dacă el corespunde unei porţiuni dintr-o corticală intraarticulară, aceasta se denivelează, realizînd o uşoară înfundare a conturului articular. In toate situaţiile însă, spaţiul articular rămîne neafectat.

Apărute în perioada de creştere, necrozele aseptice se localizează de predilecţie la anumite piese scheletice sau anumite segmente ale unora dintre acestea. Cele mai frecvente localizări sînt reprezentate de vertebre (boala Calvé, fig.357,c), scafoidul tarsian (boala Kohler, fig.357 b), semilunarul (boala Kienboeck), lamele de acoperire a discului vertebral (boala Scheuermann), capul femural (boala Calvé-Legg-Perthes, fig.357,a), capul metatarsienelor II şi III (boala Kohler-Freiberg), apofiza anterioară a tibiei (boala Osgood-Schlater, fig.357,d).

In toate formele, la sfirşitul procesului de remaniere definitivă, osul sau segmentul de os interesat apare de dimensiuni reduse, cu formă şi contururi neregulate şi structură neomogen condensată; spaţiile articulare vecine rămîn nemodificate.

10.3.1.2. *Modificări elementare constructive* (cu exagerarea producţiei de substanţă osoasă).

a. *Osteoscleroza* sau condensarea osoasă este un proces patologic caracterizat prin hiperproducţia de ţesut osos, care tinde să înlocuiască spaţiile conjunctive şi medulare, ca şi canalele Havers. Cantitatea de ţesut osos creşte astfel în raport cu cea a ţesuturilor moi cuprinse în osul-organ.

Apariţia osteosclerozei implică crearea condiţiilor obişnuite ale osteogenezei, adică formarea unei matrice organice capabile de osificare şi prezenţa de săruri fosfocalcice.

Matricea organică provine din ţesutul conjunctiv intraosos, care suferă un proces de metaplazie prin edemul produs de tulburările circulaţiei locale. Aportul de săruri

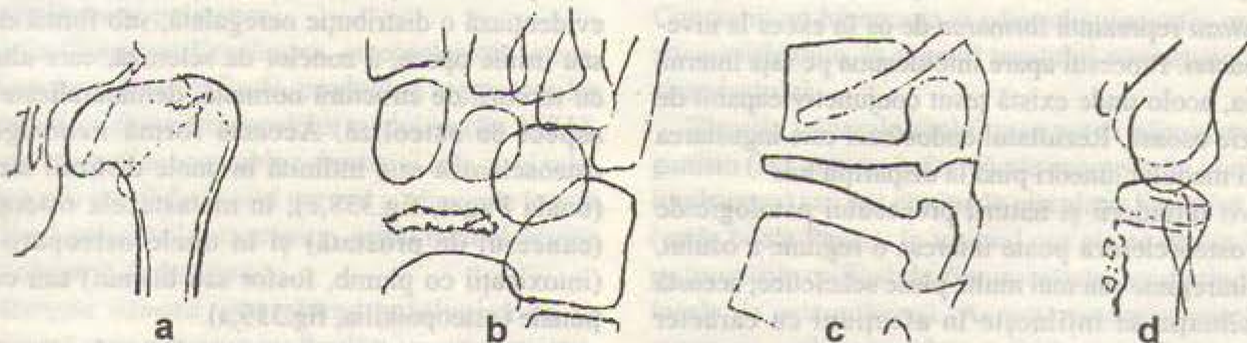


Fig.357. Aspecte radiologice tardive ale unor forme de osteonecroză aseptică. a: necroza capului femural (boala Calvé-Legg-Perthes) în faza de remaniere definitivă; b: necroza scafoidului tarsian (boala Kohler); c: necroza corpului vertebral ("vertebra plana" Calvé); d: necroza apofizei anterioare a tibiei (boala Osgood-Schlater).

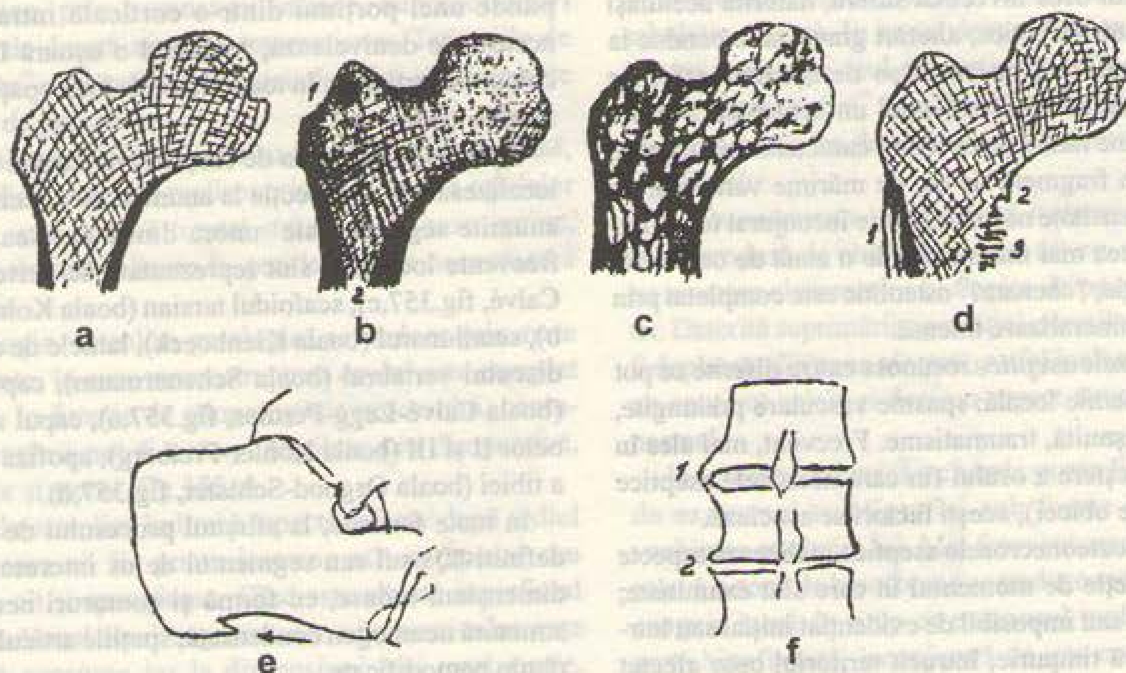


Fig.358. Modificări radiologice elementare constructive ale osului. a: aspect normal; b: osteoscleroză (în afara aspectului difuz, insulă de "compactizare" a spongioasei (1) şi îngustarea canalului medular (2) prin endostoză); c: structură distrofică (boală Paget); d: periostoză inflamatorie lamelară (1), pintene periostal malign (2), periostoză "spiculară" malignă (3); e: osteofit calcanean; f: sindesmofit (1) şi osteofite vertebrale (2).

minerale îşi are originea în staza limfatică, consecutivă unora din momentele patogenice ale afecţiunii prezente.

Potrivit structurii regiunilor din os pe care le interesează, osteoscleroza recunoaşte două forme de manifestare: spongioscleroza şi endostoza.

Spongioscleroza, adică scleroza unui teritoriu de os spongios, se traduce prin îngroşarea traveelor preexistente, datorită apoziţiei de os nou format, şi prin apariţia de noi travee în spaţiile medulare ale spongioasei. Astfel, aceste spaţii se reduc, uneori pînă la dispariţie, iar teritoriul afectat capătă o structură similară celei a osului compact.

Endostoza reprezintă formarea de os în exces la nivelul compactei. Procesul apare întotdeauna pe faţa internă a acesteia, acolo unde există ţesut conjunctiv capabil de metaplazie osoasă. Rezultatul endostozei este îngustarea canalului medular, uneori pînă la dispariţia lui.

Potrivit întinderii şi naturii procesului patologic de origine, osteoscleroza poate interesa o regiune a osului, un os în întregime sau mai multe piese scheletice; această ultimă situaţie se întîlneşte în afecţiuni cu caracter sistematizat sau generalizat ale scheletului.

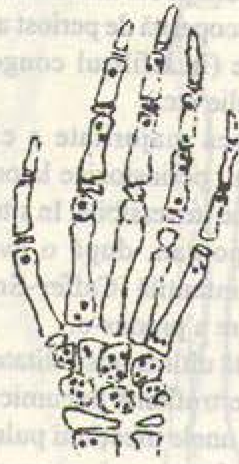
Radiologic, osteoscleroza se traduce la nivelul spongioasei prin îngroşarea imaginii traveelor şi prin reducerea dimensională a ochiurilor transparente, uneori pînă la dispariţia acestora (fig.358,b). Regiunea respectivă îşi creşte considerabil opacitatea şi poate deveni lipsită de structură, la fel ca osul compact (aspect de os "de fildeş" sau "de marmură").

La nivelul compactei şi corticalei, osteoscleroza produce îngroşarea acestora în imagine; la oasele lungi, banda transparentă corespunzătoare canalului medular îşi reduce lărgimea (fig.358,b), uneori pînă la dispariţie.

Modificările produse de osteoscleroză pot fi repartizate *omogen* pe teritoriul afectat, cu o creştere în intensitate a opacităţii osului corespunzătoare, aşa cum apare în majoritatea proceselor patologice sclerozante (inflamatorii şi tumorale). In alte cazuri, imaginea radiologică evidenţiază o distribuţie neregulată, sub formă de benzi sau insule opace, a zonelor de scleroză, care alternează cu teritorii de structură normală, demineralizate sau cu aspect de osteoliză. Această formă *neomogenă* de osteoscleroză este întîlnită în unele distrofii ale osului (boala Paget, fig.358,c), în metastazele osteoplastice (cancerul de prostată) şi în unele osteopatii toxice (intoxicaţii co plumb, fosfor sau bismut) sau constituţionale (osteopoikilia, fig.359,a).

Forme sistematizate sau generalizate de osteoscleroză sînt apanajul unui număr de afecţiuni cu caracter constituţional ale scheletului.

Osteopoikilia (osteopatia condensantă diseminată Albers-Schonberg) se caracterizează prin prezenţa de



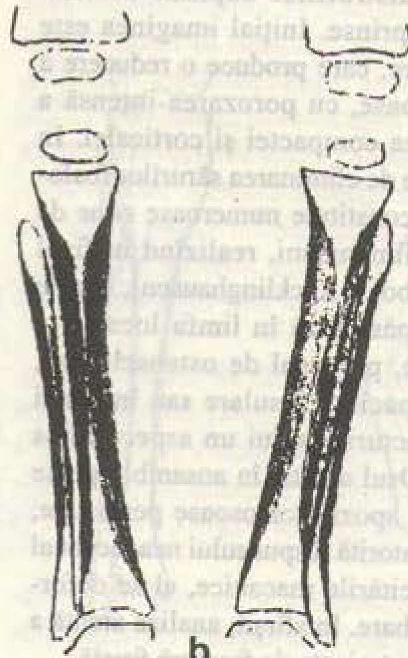


Fig.359. a. Osteopoikilie; insule descleroză diseminate în spongioasa oaselor mîinii (subiect în vîrstă de 15 ani). b: Boală Camurati-Engelmann; scleroză masivă a diafizelor oaselor gambei, care apar uşor încurbate.

insule de osteoscleroză diseminate neregulat în spongioasa oaselor mîinii şi piciorului, ca şi în epifizele oaselor lungi, realizînd un aspect "pătat" al acestora (fig.359,a).

Osteopetroza ("boala oaselor de marmură") afectează de obicei toate piesele scheletului şi se traduce prin condensarea structurii spongioasei, care capătă caractere radiologice de os compact, şi prin îngroşarea considerabilă a compactei diafizare, pînă la dispariţia canalului medular.

Meloreostoza (Léri) se caracterizează prin zone de endostoză localizată, traduse radiologic prin opacităţi de bandă situate de-a lungul marginii interne a compactei diafizare a oaselor membrelor. Manifestările sînt mai frecvent politope şi poliostice.

In *boala Camurati-Engelmann* osteoscleroza interesează în exclusivitate diafizele, producînd îngroşarea lor considerabilă, cu dispariţia canalelor medulare (fig.359,b).

In ciuda creşterii în ansamblu a densităţii sale, osul scleros devine mai fragil decît osul normal şi răspunde în mai mică măsură solicitărilor mecanice, astfel încît el devine un sediu obişnuit de fractură.

b. *Distrofia osoasă* este starea patologică ce se caracterizează prin alterarea profundă a structurii ţesutului osos, datorată prezenţei simultane de teritorii intens demineralizate, de zone de osteoliză şi de osteoscleroză neregulată. Macrostructura osului devine nu numai neomogenă, dar şi total neadecuată funcţional, orientarea traveelor ne mai corespunzînd direcţiilor de solicitare mecanică. Acest aspect îndreptăţeşte termenul de "structură anarhică" ce i se atribuie; el este vizibil atît la nivelul spongioasei, cît şi al compactei şi corticalei.

Iniţial, evoluţia unei distrofii osoase este marcată de demineralizarea intensă a unei regiuni a osului afectat, a osului în întregime sau a mai multor piese scheletice. Indiferent de factorii etiologici, demineralizarea se realizează pe cale neuro-umorală, prin intermediul hiperemiei.

Matricea osoasă eliberată evoluează în mod diferit: în unele regiuni poate degenera pînă la lichefiere, cu formarea de veritabile chisturi, în altele se fibrozează, în fine, în altele poate păstra calitatea de ţesut osificabil. Concomitent hiperemia şi edemul consecutiv crează noi zone osificabile, la nivelul ţesutului conjunctiv endostal şi periostului.

Sărurile minerale mobilizate pot fi eliminate din organism (aşa cum se întîmplă, de exemplu, în boala Recklinghausen) sau pot rămîne în circulaţia limfatică a osului (ca în boala Paget). In ultimul caz ele se depun în exces pe ţesuturile osificabile din vecinătate, producînd benzi şi insule de osteoscleroză. Această remanire patologică a structurii osului apare în condiţiile dereglării controlului nervos al transmiterii forţelor mecanice, astfel încît structura rezultată este neadaptată funcţional, "anarhică". Una dintre urmări este producerea cu relativă uşurinţă a fracturilor, uneori în urma unor solicitări minore.

Radiologic, aspectul distrofiilor depinde de faza evolutivă în care sînt surprinse. Iniţial imaginea este dominată de demineralizare, care produce o reducere a opacităţii structurilor osoase, cu porozarea intensă a spongioasei şi fascicularea compactei şi corticalei. In formele de distrofii însoţite de eliminarea sărurilor fosfo-calcice, pe acest fond se constituie numeroase zone de osteoliză, care cresc în dimensiuni, realizînd în final multiple imagini chistice (boala Recklinghausen); în cele în care aceste săruri se păstrează în limfa locală, se desfăşoară, în continuare, procesul de osteoscleroză, tradus prin apariţia de opacităţi insulare sau în benzi neregulate, care dau structurii osului un aspect vătos (boala Paget, fig.358,c). Osul afectat în ansamblu poate fi îngroşat, ca rezultat al apoziţiilor osoase periostale, dezvoltate concomitent; datorită răspunsului neadecuat al arhitectonicii sale la solicitările macanice, el se deformează frecvent prin încurbare. In sfîrşit, analiza atentă a imaginii descoperă deseori traiecte de fractură frustă.

c. *Periostoza* reprezintă formarea de os la nivelul periostului.

Procesul de osteogeneză periostală este explicabil prin legăturile circulatorii foarte strînse existente între periost şi osul subjacent. Orice manifestare patologică ce se desfăşoară în os producînd tulburări circulatorii se poate răsfrînge asupra periostului vecin sub forma congestiei şi edemului, condiţii ale metaplaziei lui în ţesut osificabil. Aportul de săruri minerale este asigurat tot de vecinătatea osului iar mobilizarea şi transportul lor se realizează datorită aceloraşi tulburări ale circulaţiei locale.

Etiologia periostozei este variabilă (inflamatorie, tumorală, dismetabolică, circulatorie).

Radiologic, periostoza crează aspecte diferite, în funcţie de etiopatogenia procesului care o determină şi de faza evolutivă în care este examinată.

In special în formele inflamatorii, periostoza se traduce iniţial printr-o opacitate liniară fină, care dublează conturul osului afectat pe o întindere variabilă, rămînînd separată de acesta printr-o linie transparentă îngustă (fig.358,d). Ulterior, lama osoasă periostozică se sudează la compacta osului vecin, producînd îngroşarea acesteia.

Mai rar, procesul de periostoză produce lamele osoase multiple, concentrice, care apar sub forma de linii opace paralele, separate prin zone transparente liniare înguste. Această imagine este întîlnită mai frecvent în reticulosarcomul Ewing.

In formele de etiologie tumorală (mai rar în cele inflamatorii), periostoza poate apare sub forma de mici opacităţi triunghiulare, dispuse perpendicular pe axul osului ("spiculi" osoşi, fig.358,d) sau pinteni opaci cu dispoziţie oblică, situaţi la limita cu osul normal (fig.358,d,2).

Periostoza poate interesa un segment al osului, întreaga porţiune acoperită de periost a unui os sau mai multe piese scheletice (în sifilisul congenital "precoce", rahitism, acromegalie etc.).

In marea majoritate a cazurior, odată cu sudarea formaţiunii periostozice la osul vecin, imaginea radiologică devine ireversibilă. In situaţii rare, ea se normalizează uneori spontan, după o evoluţie lungă (hiperostoza corticală infantilă (Caffey-Smith) sau odată cu dispariţia cauzei care a produs-o.

Această ultimă posibilitate este ilustrată de osteoartropatia hipertrofiantă pneumică (boala Pierre Marie), care însoţeşte unele afecţiuni pulmonare cronice sau cancerul bronhopulmonar şi se caracterizează prin îngroşarea falangelor mîinii prin "manşoane" periostozice. Indepărtarea tumorii pulmonare poate conduce la dispariţia acestora.

d. *Osificările heterotope*. Formarea de ţesut osos în regiuni în care el nu există în condiţii normale este posibilă în principiu ori de cîte ori sînt realizate premisele fundamentale ale osteogenezei: prezenţa unei structuri osificabile, care poate constitui matricea, şi o sursă învecinată de săruri fosfo-calcice. Cel mai frecvent, aceste condiţii se asociază în cazul formării *osteofitului* şi *sindesmofitului*, care capătă denumirea generică de *producţiuni osoase marginale*.

Aceste formaţiuni iau naştere la locul de inserţie pe periost al ligamentelor, capsulei articulare sau altor formaţiuni fibroase (inelul fibros al discului intervertebral). *Osteofitul* este consecinţa unor acţiuni mecanice puternice sau prelungite, care se soldează cu rupturi de fibre ligamentare, însoţite de mici hemoragii şi congestie locală. In aceste condiţii circulatorii, se produce edemaţierea ţesuturilor conjunctive care delimitează osul şi transformarea lor în ţesut osificabil. Sursa de săruri calcice este reprezentată de osul vecin iar conduţiile de vehiculare sînt creată prin solidaritatea circulatorie cu acesta (hiperemia la care este supus se soldează cu demineralizare). Tendinţa spontană a osteofitului este spre rezorbţie, dar persistenţa factorilor mecanici cauzali contribuie la menţinerea sau chiar la creşterea lui dimensională. Osteofitul este de regulă apanajul proceselor degenerative articulare.

Radiologic, osteofitul se prezintă ca o formaţiune opacă cu structură de os, de dimensiuni mici, triunghiulară, situată la locul de inserţie a unui ligament, în vecinătatea imediată a unei articulaţii sau a unui disc intervertebral,

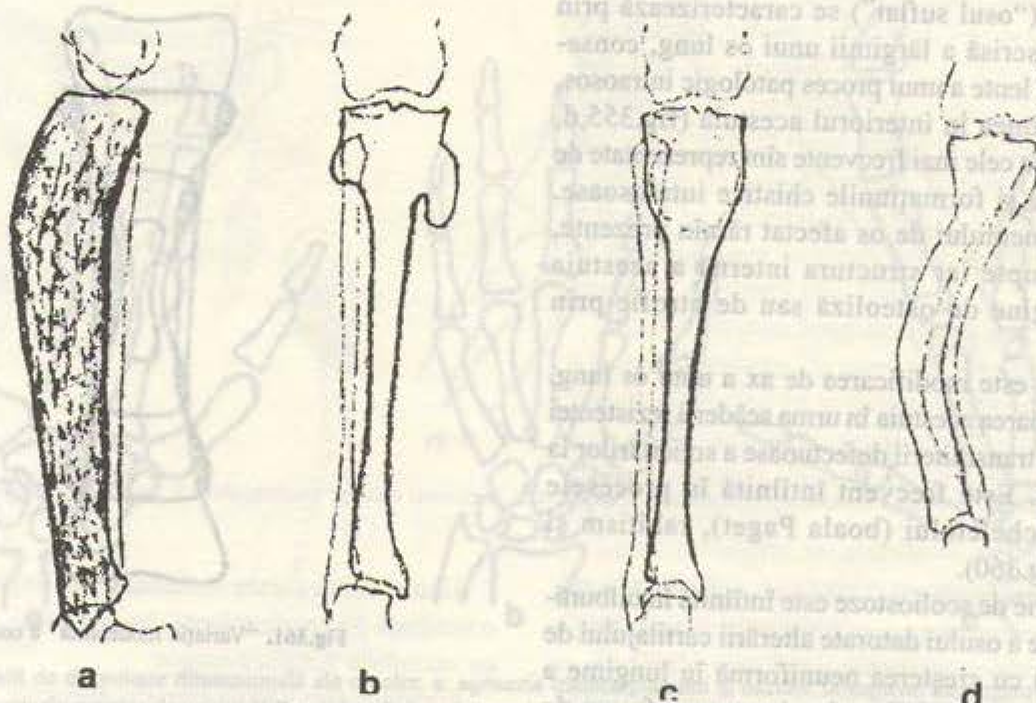


Fig.360. Modificări de formă ale osului. a: hiperostoză (boala Paget); b: exostoză (osteocondrom); c: oedostoză (chist osos solitar); d: scoliostoză (osteomalacie).

ce prelungeşte în afară imaginea osului de care aderă (fig. 358, e şi f). La nivelul coloanei vertebrale, osteofitele cu dezvoltare posterioară proemină în găurile de conjugare, producînd îngustarea acestora şi compresiuni asupra elementelor vasculare şi nervoase.

Sindesmofitele sînt osificări ale ligamentelor vertebrale şi ale inelelor fibroase discale, care crează punţi osoase între vertebrele adiacente. Originea lor este inflamatorie; prezenţa lor pe o mare întindere a coloanei sau pe toată întinderea acesteia este caracteristică spondilartritei anchilopoetice.

Alte osificări heterotope, de natură inflamatorie sau traumatică, se pot produce în oricare regiune anatomică în care se crează condiţii de osteogeneză. Mai frecvent, ele sînt evidenţiate în evoluţia hematoamelor mari post-traumatice sau a unor fibro-colagenoze sistematizate (miozita osificantă progresivă).

10.3.2. Modificările de formă şi dimensiuni ale osului

Această categorie de modificări patologice se referă la o anumită piesă scheletică privită în ansamblul ei, ca organ. În multe cazuri, modificările de formă şi dimensiuni se însoţesc de modificări structurale, din categoria celor descrise în secţiunea precedentă.

10.3.2.1. *Modificările de formă* **pot fi consecinţa evoluţiei unor afecţiuni dobîndite ale osului, care interesează o regiune întinsă a acestuia, sau a unor tulburări de dezvoltare.**

a: *Hiperostoza* este îngroşarea parţială sau globală a unui os, care conduce la modificarea formei acestuia (fig. 360,a). Este în mod obişnuit consecinţa unei periostoze masive, de natură inflamatorie sau distrofică (boala Paget) sau a dezvoltării importante a unor procese tumorale benigne intraosoase (osteom, meningiom, hemangiom); originea hiperostozei poate fi stabilită prin analiza structurii osului interesat, întotdeauna modificată.

Hiperostoza frontală internă (sindromul Morgagni-Morel) este o afecţiune constituţională, întîlnită mai ales la femei. Se caracterizează prin îngroşarea, pe seama tablei interne, a osului frontal, care poate depăşi 2 cm; regiunea hiperostotică are o structură de os compact.

Clinic, se poate însoţi de semne ale unei compresii cerebrale.

b. *Exostoza* reprezintă o formaţiune cu structură de os normal, ataşată unei piese scheletice, căreia îi modifică forma şi conturul (fig.360,b.). Elementele structurale ale formaţiunii (spongioasa şi corticala) continuă fără întrerupere sau demarcaţie pe cele ale osului de care se leagă.

Mai frecvent, exostozele sînt multiple şi constituie apanajul unor boli constituţionale (boala Ombrédanne); sînt considerate de unii ca tumori benigne ale osului (osteocondroame).

c. *Oedostoza* ("osul suflat") se caracterizează prin creşterea circumscrisă a lărgimii unui os lung, consecutivă dezvoltării lente a unui proces patologic intraosos, care creşte presiunea în interiorul acestuia (fig.355,d, fig.360,c). Cauzele cele mai frecvente sînt reprezentate de tumorile benigne şi formaţiunile chistice intraosoase. Contururile segmentului de os afectat rămîn prezente, nete şi neîntrerupte iar structura internă a acestuia prezintă o imagine de osteoliză sau de atrofie prin presiune.

d. *Scoliostoza* este modificarea de ax a unui os lung, produsă de încurbarea acestuia în urma scăderii rezistenţei lui mecanice sau transmiterii defectuoase a solicitărilor la care este supus. Este frecvent întîlnită în procesele distrofice ale scheletului (boala Paget), rahitism şi osteomalacie (fig.360).

O alta categorie de scoliostoze este întîlnită în tulburările de dezvoltare a osului datorate alterării cartilajului de creştere, soldată cu creşterea neuniformă în lungime a osului în raport cu marginile sale. Asemenea forme de scoliostoză sînt apanajul unor afecţiuni constituţionale (boala Lobstein, boala Ombrédanne).

Mai rar scoliostozele sînt sechele ale unor procese patologice dobîndite, care alterează parţial cartilajul de conjugare (osteomielitele copilului).

10.3.2.2. *Modificările dimensionale* ale oaselor sînt urmarea tulburării procesului lor de dezvoltare, manifestată în perioada de formare şi creştere.

Formarea pieselor scheletice are loc prin apariţia şi progresia procesului de osificare într-un "tipar" membranos, format din ţesut conjunctiv (prin mecanismul de dezvoltare conjunctivă, propriu, de exemplu, oaselor bolţii craniene) sau cartilaginos (prin mecanismul de dezvoltare encondrală). Odată constituit în forma lui definitivă, osul continuă să crească dimensional pînă la maturitate. Acest proces este asigurat prin activitatea cartilajului de conjugare şi prin osificarea stratului intern al periostului tînăr (mecanismul de dezvoltare periostală).

In cazul *oaselor lungi*, creşterea în lungime a diafizei se realizează, pînă la sfîrşitul pubertăţii, prin activitatea cartilajelor de conjugare diafizo-epifizare. Substratul acestui proces a fost descris într-o secţiune precedentă.

La nivelul *epifizelor* şi al *oaselor scurte*, creşterea are acelaşi substrat dar se desfăşoară centrifugal, în jurul nucleelor de osificare.

Creşterea în grosime a oaselor lungi se realizează prin apoziţii succesive, concentrice, de lame de os compact, care iau naştere din stratul extern al periostului. La copil, acesta este format din ţesut conjunctiv tînăr, capabil de metaplazie osoasă.

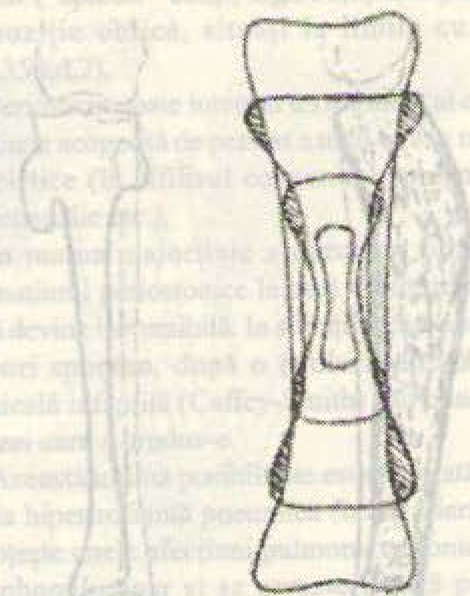


Fig.361. "Variaţia modelantă" a osului lung.

Paralel cu creşterea lui în lungime şi grosime, osul este supus unui continuu proces de modelare şi tubulaţie, care corespunde principiului asigurării maximului de rezistenţă cu minimum de material. In cursul acestui proces, regiunile extreme ale diafizei, care într-un moment anterior de creştere au aparţinut epifizelor, se îngustează prin rezorbţia porţiunii marginale a osului, menţinînd uniformă lărgimea diafizei. In acelaşi timp şi prin acelaşi proces de rezorbţie, canalul medular se alungeşte către epifize şi se lărgeşte în mod treptat, menţinînd o grosime optimă din punct de veeere mecanic a compactei diafizare.

Desfăşurarea în etape succesive a acestui proces este schematizată în fig.361.

a. *Aplazia* sau *agenezia* unui os este consecinţa lipsei de apariţie a nucleului sau nucleelor de osificare sau absenţei modelului său membranos sau cartilaginos. Se traduce radiologic prin absenţa din imagine a piesei scheletice respective (fig.362,a); afectează mai frecvent oasele falangiene.

b. *Hipoplazia* se caracterizează prin dimensiuni reduse ale unor elemente scheletice cu creşterea terminată, realizînd aspectul de "nanism" al oaselor respective (fig.362,b); forma şi structura acestora se păstrează în limite normale.

c. *Hiperplazia* este urmarea dezvoltării exagerate a unora, mai rar a uneia dintre piesele scheletice sau a unor segmente ale oaselor, realizînd "gigantismul" formaţiunii osoase respective (fig.362,c). Şi în cazul hiperplaziei, structura şi forma oaselor interesate sînt de obicei normale.

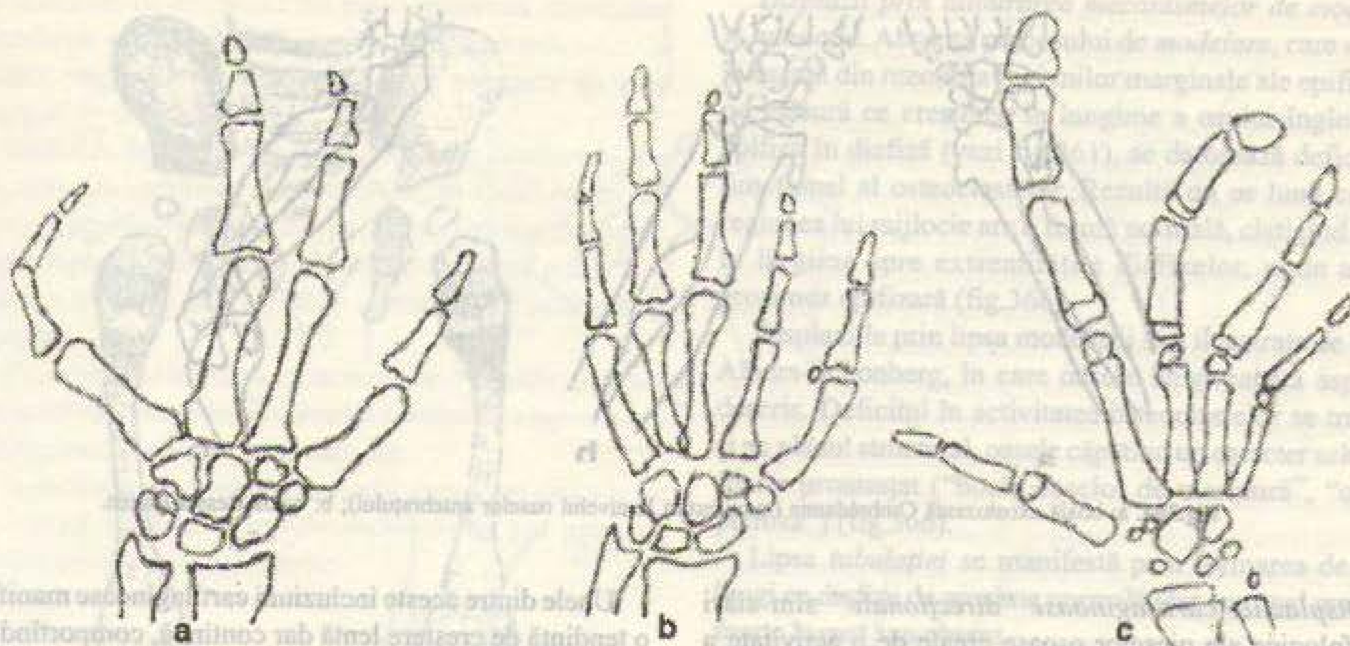


Fig.362. Anomalii de dezvoltare dimensională ale oaselor. a: agenezia metacarpianului și oaselor falangiene ale degetului IV (tetradactilie); b: hipoplazia oaselor degetului II (bradidactilie); c: "gigantism" al oaselor falangiene ale degetelor II și III ale mîinii.

In afara hipo- și hiperplaziilor poliostice sistematizate sau generalizate, care se datorează unor factori constituționali (genetici) sau endocrini, unele forme monostice (afectînd de regulă oasele lungi) pot fi urmarea iritării sau alterării cartilajelor de creștere prin procese inflamatorii sau traumatice, survenite în perioada de activitate a acestora. Hipo- sau hiperplazia de această origine interesează în special lungimea osului.

d. *Displaziile* sînt stări morfologice ale oaselor ce rezultă din desfășurarea defectuoasă a osificării encondrale sau periostale, soldată cu modificări de dimensiuni, dar mai ales de formă ale pieselor scheletice. Modificările de formă pot fi deosebit de exprimate în cazul oaselor lungi, la care se crează un dezechilibru între creșterea encondrală și cea periostală. Alterarea proceselor de tubulație și modelare ale osului în creștere poate produce, de asemenea, modificări de formă, însoțite frecvent de alterări ale macrostructurii.

Displaziile prin tulburarea mecanismului de creștere encondrală (condrodisplaziile) au ca substrat activitatea deficitară a acartilajelor de creștere sau hipolpazia tiparelor cartilaginoase din care se dezvoltă epifizele și oasele scurte; osificarea periostală se desfășoară normal. In afara anomaliilor dimensionale, epifizele prezintă de obicei și modificări ale calității structurilor osoase, manifestate prin scăderea rezistenței mecanice și tendința la deformare.

Rezultă oase lungi subdezvoltate în lungime, cu epifize turtite ce au o structură neomogenă; deformarea prin lărgire a epifizelor conduce la incongruențe articulare, soldate cu subluxații și artroze (fig.363). Oasele scurte, mai ales corpurile vertebrale, apar deformate prin lățire și diminuarea înălțimii (fig.363).

Sindromul Morquio se caracterizează prin deformări epifizare multiple și platispondilie (aplatizarea corpurilor vertebrale) generalizată (fig.363).

Acondroplazia conduce la un nanism disproporționat, de natură scheletică, ce reflectă dezvoltarea deficitară a segmentelor de os cu origine cartilaginoasă: craniul (format din tipare membranoase) are dimensiuni relativ mari, cutia toracică este de lărgime normală, vertebrele apar turtite, determinînd cifoză sau cifoscolioză, bazinul îngust. Oasele membrelor sînt scurtate, cu grosimea normală, deformate prin lățirea epifizelor.

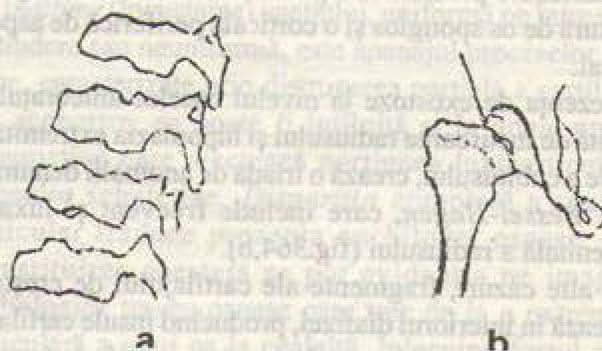


Fig.363. Sindrom Morquio. a: aspect al corpurilor vertebrale; b: aspect al articulației coxo-femurale.



Fig.364. a: boală exostozantă Ombrédanne (manifestări la nivelul oaselor antebraţului); b: boală Bessel-Hagen.

Displaziile cartilaginoase "direcţionale" sînt stări morfologice ale pieselor osoase create de o activitate a cartilajelor de creştere normală cantitativ, dar care se desfăşoară în direcţii aberante.

In unele forme, cartilajul de creştere migrează parţial sub periost, determinînd apariţia de excrescenţe cartilaginoase, care ulterior sînt supuse unui proces de osificare normală. Rezultă exostoze unice sau multiple, caracterizate radiologic printr-o structură obişnuită de os spongios şi o delimitare externă netă, realizat de un strat subţire de corticală, în continuitate cu conturul diafizar (fig.360,b).

Boala exostozantă (boala Ombrédanne) este o afecţiune constituţională cu caracter ereditar, caracterizată prin existenţa de exostoze multiple, de formă şi dimensiuni variate, interesînd oasele lungi ale membrelor şi unele oase plate (în special cele ale bazinului).

Oasele afectate au o lungime redusă, unele dintre extremităţile diafizare apar hipoplazice; datorită dezvoltării neuniforme în lungime, diafizele unor oase suferă modificări de ax (scoliostoză) (fig.364,a).

Exostozele prezintă din punct de vedere radiologic o structură de os spongios şi o corticală periferică de aspect normal.

Prezenţa de exostoze la nivelul oaselor antebraţului, însoţită de încurbarea radiusului şi hipoplazia extremităţii distale a cubitusului, crează o triadă de anomalii denumită boala *Bessel-Hagen*, care include frecvent şi luxaţia congenitală a radiusului (fig.364,b).

In alte cazuri, fragmente ale cartilajului de creştere migrează în interiorul diafizei, producînd insule cartilaginoase situate central (encondroame) sau periferic (eccondroame), de obicei multiple, realizînd aspectul anatomoradiologic al *condromatozei osoase* (fig.365).

Unele dintre aceste incluziuni cartilaginoase manifestă o tendinţă de creştere lentă dar continuă, comportîndu-se ca veritabile tumori benigne.

Formaţiunile cartilaginoase aberante se traduc radiologic prin imagini transparente în raport cu structura osului normal vecin, de care se delimitează prin contururi nete. Dezvoltarea la periferia osului crează excrescenţe circumscrise, rezultate din atrofia prin presiune a compactei sau corticalei şi împingerea acesteia spre exterior, sau un aspect de "os suflat". Pe aria de proiecţie a acestor formaţiuni pot fi puse în evidenţă calcificări neregulate, de dimensiuni mici (fig.365).

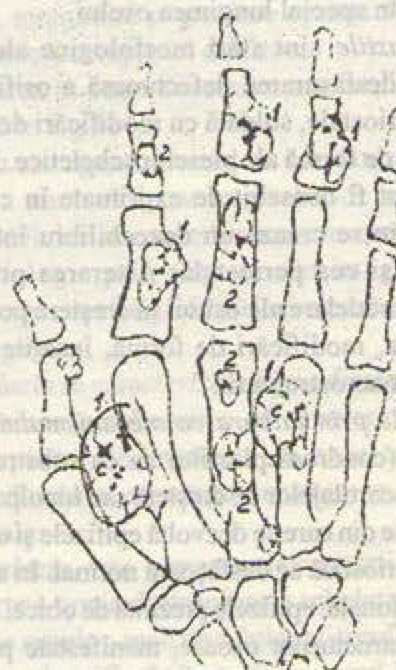


Fig.365. Condromatoză a oaselor mîinii. 1. eccondroame; 2. encondroame; c: calcificări.

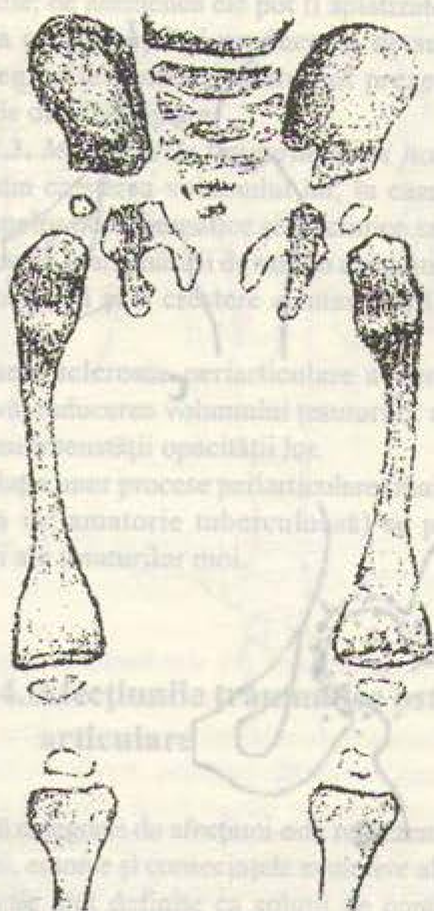


Fig.366. Boală Albers-Schonberg (subiect în vîrstă de 8 luni).

Boala Ollier este o formă de condromatoză care interesează oasele unei jumătăţi a scheletului (dreaptă sau stîngă); acestea rămîn subdezvoltate în lungime, putînd prezenta încurbări sau fracturi.

In alte forme, piesele scheletice sînt afectate cu predominanţă în una din jumătăţile corpului; în fine, în altele se asociază formaţiuni exostozice multiple.

Displaziile periostale (prin tulburarea mecanismului de creştere periostală) se manifestă, în cazul în care creşterea encondrală nu este modificată, prin formarea unor oase de lungime normală dar mai subţiri şi mai puţin mineralizate la nivelul diafizei; radiologic, compacta apare îngustată, de opacitate redusă. Deficitul de adaptare la solicitările mecanice se traduce prin scoliostoză şi apariţia de fracturi multiple.

Osteopsatiroza (boala Lobstein) este o afecţiune congenitală, manifestată în copilărie, care involuează de obicei la adolescenţă. Prezintă toate trăsăturile anatomo-radiologice ale unei displazii periostale tipice, descrise mai înainte. In opoziţie cu modificările diafizare, foarte pregnante, epifizele păstrează un aspect aproape normal.

Displazii prin tulburarea mecanismelor de modelare şi tubulaţie. Absenţa procesului de *modelare*, care constă în esenţă din rezorbţia regiunilor marginale ale epifizelor, pe măsură ce creşterea în lungime a osului înglobează epifiza în diafiză (vezi fig.361), se datorează deficitului funcţional al osteoclastelor. Rezultă un os lung care în regiunea lui mijlocie are o formă normală, cîştigînd brusc în lărgime spre extremităţile diafizelor, unde atinge grosimea epifizară (fig.366).

Displaziile prin lipsa modelării sînt ilusatrate de boala Albers-Schonberg, în care oasele lungi capătă aspectul descris. Deficitul în activitatea osteoclastelor se traduce şi pe planul structural, oasele căpătînd un caracter sclerotic foarte pronunţat ("boala oaselor de marmură", "osteopetroza") (fig.366).

Lipsa *tubulaţiei* se manifestă prin formarea de oase lungi cu diafize de grosime normală, dar cu canal medular foarte îngust sau absent.

In boala Camurati-Engelman (fig.359,b), în afara absenţei tubulaţiei, se produce şi o osteogeneză periostală anarhică, exuberantă, conducînd la îngroşarea diafizelor. Lipsa canalelor medulare conferă oaselor o structură densă, omogenă.

10.3.4. Modificările patologice elementare ale articulaţiilor.

La nivelul articulaţiilor, diferitele procese patologice pot determina modificări care interesează separat sau concomitent spaţiul articular, suprafeţele osoase articulare şi ţesuturile moi vecine.

10.3.4.1. *Modificările spaţiului articular* privesc *înălţimea* şi *forma* acestuia, ca şi intensitatea şi omogenitatea *transparenţei* sale.

Spaţiul articular poate apare *mărit în înălţime*, în speţă *lărgit*, uniform sau neuniform, în cazul edemului sinovialei, însoţit de revărsat lichidian intraarticular. *Diminuarea în înălţime* (ingustarea) spaţiului, uniformă pe întreaga lui întindere sau neuniformă, este apanajul proceselor artrozice, caracterizate prin distrugerea parţială a cartilajelor de acoperire; ea poate fi întîlnită şi în unele procese traumatice care afectează porţiunea juxtaarticulară a pieselor scheletice. *Dispariţia* completă a spaţiului articular traduce prezenţa anchilozei osoase; după constituirea acesteia se pot evidenţia pe imaginea radiologică travee osoase care trec de la o extremitate articulară a unui os la cealaltă, înlocuind fostul spaţiu articular. *Defomarea* spaţiului articular se datorează, în majoritatea cazurilor, luxaţiilor; ea poate fi observată şi

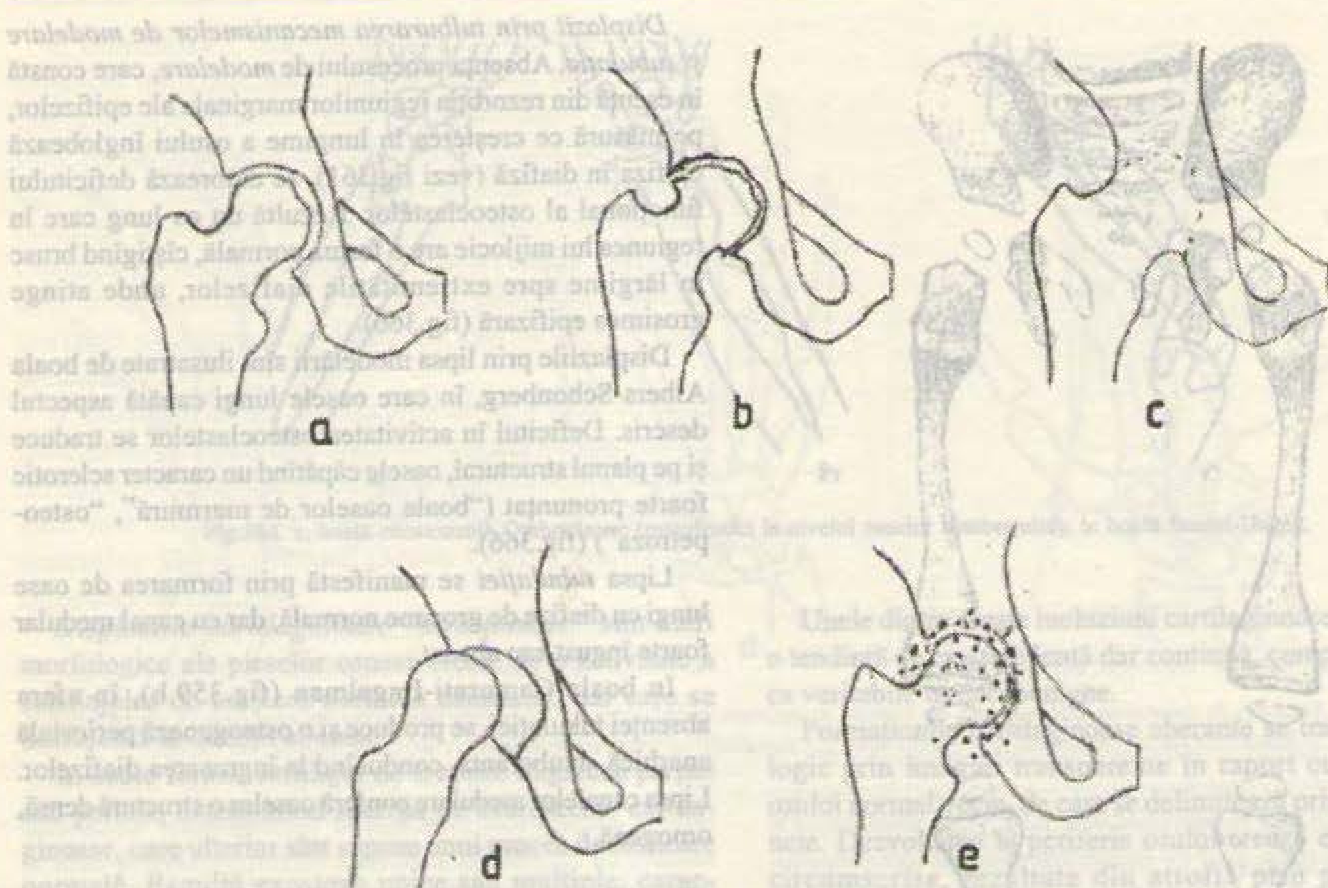


Fig.367. Modificări radiologice elementare ale articulaţiilor. a: aspect normal al articulaţiei coxo-femurale; b: artroză coxo-femurală (spaţiul articular neuniform îngustat, suprafeţele osoase articulare neregulate, formaţiuni osteofitice); c: anchiloză coxo-femurală; d: modificarea formei spaţiului articular prin luxaţia traumatică a capului femural; e: opacităţi de intensitate calcară pe aria de proiecţie a articulaţiei (condromatoză).

în fracturile prin zdrobire ale segmentelor osoase ariculare. Odată cu modificarea formei spaţiului, se produce şi pierderea parţială sau totală a congruenţei suprafeţelor osoase intraarticulare.

Modificarea transparenţei spaţiului articular recunoaşte aspecte diferite. *Creşterea* ei poate fi observată după unele procese traumatice care produc tracţiunea intensă a unuia dintre oasele articulate ("efect de vid"). Prezenţa intraarticulară a aerului (după anumite traumatisme sau în cursul artrografiei gazoase) se traduce, de asemenea, prin creşterea transparenţei spaţiului articular. *Diminuarea* transparenţei (de regulă în grade moderate) traduce uneori prezenţa unui revărsat lichidian (inflamator sau hemoragic).

La nivelul spaţiului articular se pot proiecta în unele cazuri opacităţi de intensitate mare (calcară), apanaj al condromatozei sau osteomalaciei articulare.

Datorită unor iritaţii mecanice intense, anumite porţiuni ale sinovialei suferă o metaplazie cartilaginoasă. Iau naştere pe această cale noduli cartilaginoşi, care, atingînd dimensiuni mari, degenerează şi se calcifică.

In imaginea radiologică apar multiple formaţiuni intens opace, dispuse pe aria de proiecţie a sinovialei (fig.367 e), realizînd aspectul condromatozei. Unii dintre nodulii calcificaţi se pot desprinde, devenind mobili în cavitatea articulară.

Osteomatoza este rezultatul osificărilor heterotope care se produc la nivelul capsulei, ca urmare a hemoragiilor create de rupturi al unor structuri capsulare. Iau naştere astfel formaţiuni osoase de dimensiuni variate, dispuse la periferia spaţiului articular sau proiectate pe aria acestuia.

10.3.4.2. *Modificările suprafeţelor osoase articulare.* Procesele patologice profunde (mai ales cele de natură septică) ale articulaţiilor produc alterarea totală a cartilajului şi afectează în ultimă instanţă corticala oaselor articulare. In funcţie de stadiul evolutiv şi de gravitate, conturul suprafeţelor apare, datorită leziunilor distructive pe care acestea le suferă, şters sau neregulat (fig.367,b); în formele cronice se produce şi o scleroză subcondrală, tradusă prin îngroşarea neregulată a corticalei. Suprafeţele articulare apar deseori prelungite în afară prin prezenţa producţiunilor osoase marginale, unele net individualizate

ca osteofite; de asemenea ele pot fi aplatizate, favorizînd pierderea congruenţei şi producerea de subluxaţii. In sfîrşit, regiunile juxtaarticulare pot prezenta un grad variabil de demineralizare.

10.3.4.3. *Modificările ţesuturilor moi juxtaarticulare* constau din creşterea volumului lor, în cazul edemelor, hematoamelor posttraumatice şi discrinice sau tumorilor. Radiologic, în afara măririi de volum a regiunii periarticulare, se observă şi o creştere a intensităţii acestora în imagine.

Procesele scleroase periarticulare avansate produc, dimpotrivă, reducerea volumului ţesuturilor respective şi diminuarea intenstăţii opacităţii lor.

In evoluţia unor procese periarticulare (mai ales a celor de natură inflamatorie tuberculoasă) se pot produce calcificări ale ţesuturilor moi.

10.4. Afecţiunile traumatice osteo-articulare

Această categorie de afecţiuni este reprezentată de fracturi, luxaţii, entorse şi consecinţele evolutive ale acestora.

Fracturile sînt definite ca soluţii de continuitate ale oaselor sau cartilajelor.

Luxaţiile constau din pierderea contactului normal dintre extremităţile osoase ce intră în compunerea unei articulaţii. Unele din ele presupun de regulă şi smulgerea unui fragment dintr-un os articular; în alte cazuri se pot asocia fracturi de oase vecine.

Entorsele sînt rezultatul unor acţiuni mecanice mai puţin intense, soldate cu torsiunea, alungirea sau ruperea structurile capsulei articulare sau ligamentelor juxtaarticulare. Dacă nu sînt însoţite de luxaţii sau fracturi nu au expresie radiologică.

10.4.1. Fracturile

In cazul unui traumatism osteo-articular de o anumită intensitate, examenul radiologioc devine întotdeauna obligator, în vederea stabilirii diagnosticului de fractură şi orientării conduitei terapeutice. Radiografia este, de asemenea, necesară pentru controlul corectitudinii manevrelor de reducere şi imobilizare, ca şi pentru urmărirea evoluţiei procesului de vindecare.

Pentru ca examenul radiologic să-şi poată atinge integral obiectivele propuse, el trebuie să respecte anumite cerinţe.

In primul rînd se va efectua pe filme suficient de mari ca să cuprindă, în afara focarului de fractură, articulaţia cea mai apropiată.

In al doilea rînd, segmentul scheletic supus traumatismului trebuie examinat în cel puţin două incidenţe perpendiculare între ele. Pe lîngă faptul că unele traiecte de fractură pot să nu fie evidente decît pe unul din acestea, sensul şi amploarea deplasării fragmentelor nu pot fi exact evaluate decît în acest mod.

In sfîrşit, în cazul oaselor perechi, îndeosebi la pacienţii cu creşterea neterminată, examenul va fi efectuat bilateral, comparativ, întrucît imaginea cartilajului de conjugare poate fi confundată cu cea a unui traiect de fractură.

După un traumatism al unei regiuni scheletice, examenul radiologic trebuie să confirme sau să infirme prezenţa unei fracturi şi să precizeze, în prima situaţie, *sediul* focarului de fractură, *aspectul* acestuia, (direcţia liniilor de fractură, numărul fragmentelor osoase şi poziţia acestora), *rapoartele* fracturii cu formaţiunile anatomice vecine. Radiografia precizează, de asemenea, *structura* osului fracturat (normală sau patologică), *starea articulaţiilor* implicate în procesul traumatic.

După instituirea tratamentului ortopedic sau chirurgical, examenul radiologic are rolul de a verifica eficienţa acestuia şi de a evidenţia eventuale complicaţii postterapeutice; el permite, în sfîrşit, urmărirea procesului de vindecare.

10.4.1.1. *Sediul* fracturii. Fracturile pot interesa în principiu orice segment scheletic; ele se produc mai frecvent la nivelul oaselor lungi ale membrelor. Pot afecta oase de toate tipurile (lungi, scurte sau plate) iar în cazul oaselor lungi epifiza, diafiza sau mai multe regiuni ale osului respectiv.

10.4.1.2. *Aspectul* fracturii. O fractură se traduce radiologic de regulă prin una sau mai multe *imagini transparente*, care întrerup continuitatea structurilor osului (fig.368).

Mai frecvent, fractura apare sub forma unei transparenţe liniare, fine sau grosolane, care întrerupe total (fig.368 a) sau parţial (fig.368,b) structurile segmentului scheletic afectat. Alteori, discontinuitatea se limitează la conturul osului (fig.368,c); dimpotrivă, în alte cazuri, imaginile transparente liniare sînt multiple şi complexe, separînd mai multe fragmente (fracturile cominutive, fig.368,d). In fine, fractura poate apare sub forma unui mic fragment de os, situat în vecinătatea unei piese scheletice (fig.368,g)

Fragmentul dislocat poate fi confundat cu un os suplimentar (sesamoid); acesta din urma este însă delimitat de corticală pe tot conturul său, în timp ce fragmentul de os are corticală numai pe una din margini (fig.368,g).

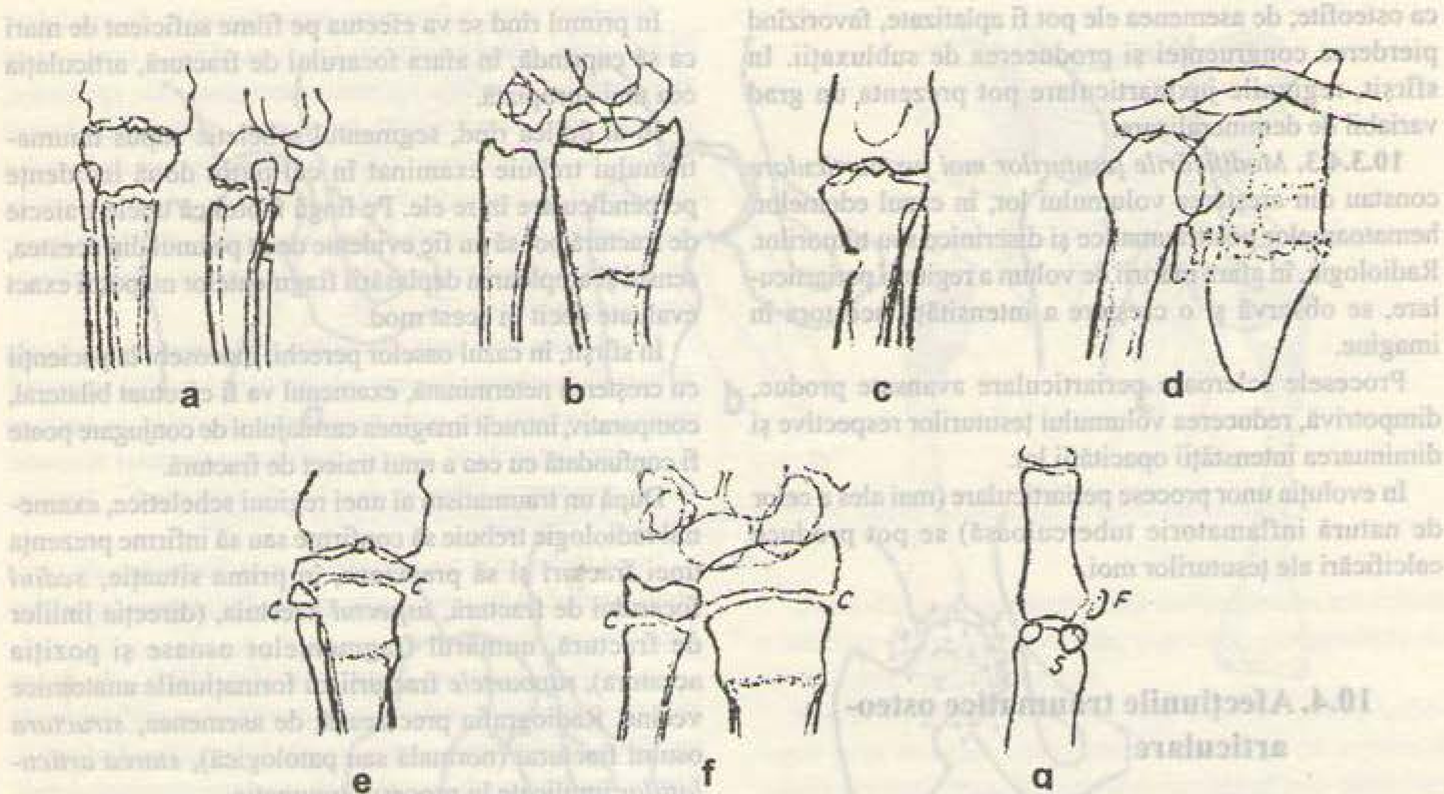


Fig.368. Variante de aspect al fracturilor. a: fractură totală (completă) a oaselor gambei; b: fractură incompletă ("în lemn verde") a radiusului; c: fractură limitată la întreruperea conturului intern a diafizei tibiale; d: fractură cominutivă a omoplatului; e: fractură subperiostală a diafizei tibiale; f: fractură prin tasare a radiusului la un pacient în creştere (c: cartilaje de conjugare); g: fractură cu detaşarea unui mic fragment de os (F) din epifiza proximală a unei falange (de comparat cu sesamoidul S).

In cazuri rare, fractura se poate manifesta sub forma unei uşoare denivelări marginale a compactei, care proemină într-o regiune limitată din contur (cazul traumatismelor prin flexiune ce nu produc întreruperea periostului, fig.368,e) sau sub forma unei benzi *opace* tranversale, expresia a întrepătrunderii fragmentelor (fracturile prin tasare, fig.368,f).

Din punct de vedere clinic este utilă distincţia între fracturile *complete* şi cele *incomplete*. Fracturile incomplete recunosc mai multe variante de formă.

Fractura "în lemn verde" (fig.368,b) se produce de obicei la copil, prin îndoirea unui os lung şi afectează unilateral compacta, care devine convexă pe partea fracturată.

Fractura *subperiostală* este în realitate o fractură completă, în care însă fragmentele osoase rămîn în poziţie normală, menţinute de periostul rămas indemn (fig.368 e). Se produc mai ales la nivelul joncţiunii metafizo-diafizare a oaselor lungi ale copilului.

Turtirea (tasarea) se produce în special în epifizele oaselor lungi şi în oasele scurte şi se soldează cu reducerea volumului osului sau segmentului de os interesat.

Fisurile sînt traiecte scurte de fractură, dispuse în interiorului unei piese scheletice, a cărei formă nu se modifică.

Infundarea este o formă de fractură proprie oaselor plate (în special a oaselor craniene) şi se caracterizează prin crearea unei depresiuni în una dintre tablele de compactă.

Direcţia liniei de fractură se apreciază în raport cu axul osului şi poate fi transversală, longitudinală, oblică sau spiroidă (fig.369).

Poziţia fragmentelor. In funcţie de mecanismul de producere, fragmentele osului fracturat pot suferi *deplasări*, care sînt apreciate şi definite tot în raport cu axul acestuia (în cazul oaselor lungi).

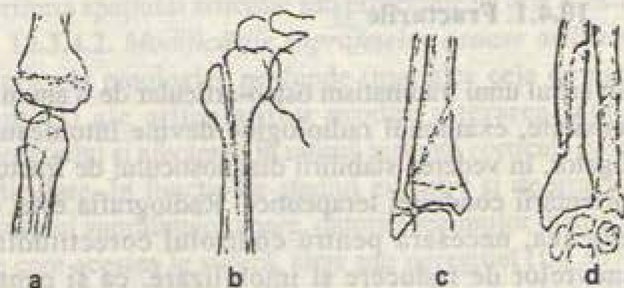


Fig.369. Variante de traiect (direcţie) a fracturilor. a: fractură transversală interepicondiliană a humerusului; b: fractură longitudinală a humerusului; c: fractură oblică a tibiei (os în creştere); d: fractură spiroidă a radiusului.

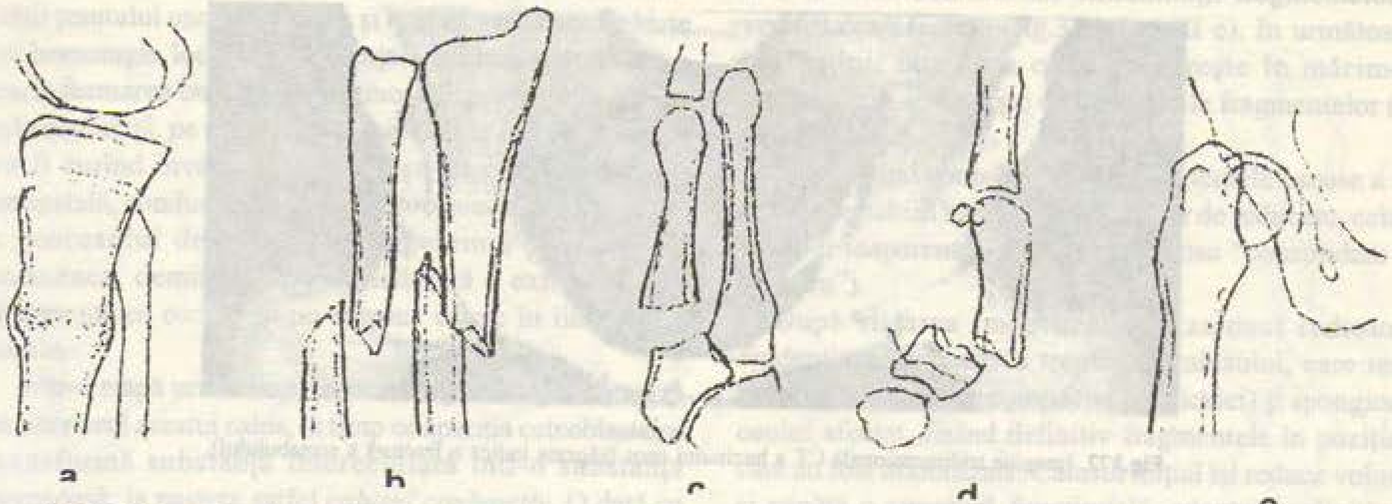


Fig.370. Variante de poziţie a fragmentelor. Deplasări longitudinale prin întrepătrundere (a), prin încălecare (b) şi prin îndepărtare (c); deplasare laterală (d); deplasare prin rotaţie internă a diafizei (fractură de col femural) (e).

Deplasările *longitudinale* (în axul lung al osului) se produc fie prin penetraţia (întrepătrunderea) fragmentelor, fie prin încălecarea acestora (alunecarea unuia pe lîngă celălalt), fie, în sfîrşit, prin îndepărtarea (diastaza) lor (fig.370). In primele două cazuri se produce scurtarea osului afectat, în cel de-al treilea alungirea lui.

Deplasările *laterale* se crează prin translaţia fragmentelor, în cazul fracturilor transversale (fig.370,d).

Deplasările prin *rotaţia* fragmentelor se realizează fie în jurul axului longitudinal (fig.370,e), producînd decalarea lor, fie în jurul axului transversal, soldîndu-se cu angulaţia osului.

Analiza atentă a unor caractere radiologice ale fracturilor permite în majoritatea cazurilor reconstituirea mecanismului prin care aceasta a fost produsă. Principalele mecanisme (care, de altfel, se pot asocia), sînt reprezentate de flexiune ((fig.368, a şi b), compresie longitudinală, mai frecvent verticală (fig.368,f; fig.370,a), tracţiune (fig.370, c şi d) şi zdrobire (fig.368,d).

10.4.1.3. *Structura* oaselor fracturate. Procesul traumatic soldat cu o fractură poate afecta un os cu structură normală sau, dimpotrivă, un os modificat patologic prin afecţiuni care îi scad rezistenţa mecanică (inflamaţii de natură septică, distrofii, tumori, etc.). *Fracturile pe os patologic* pot fi consecinţa unor solicitări mecanice de intensitate redusă, creînd uneori impresia unei apariţii spontane ("fracturi spontane") (fig.371,a).

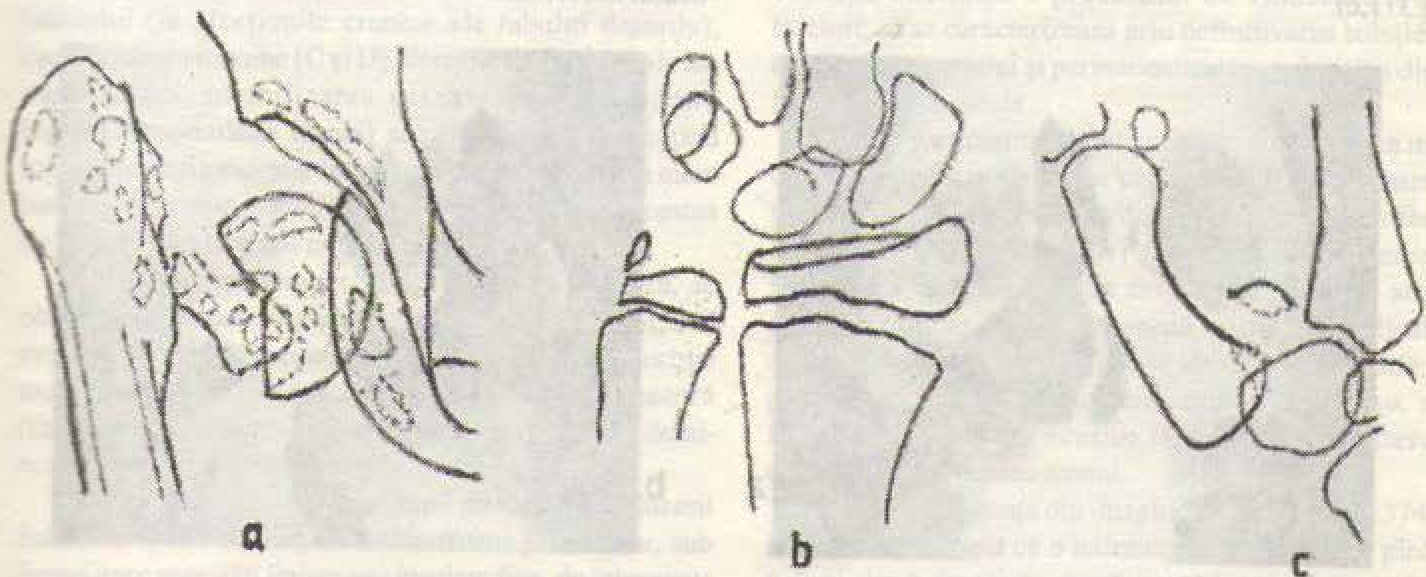


Fig.371. a: fractură "spontană " a colului femural (os modificat patologic prin metastaze osteolitice multiple); b: decolarea epifizei radiusului, simultană cu fractura stiloidei cubitale (pacient de 16 ani); c: fractură Bennett.

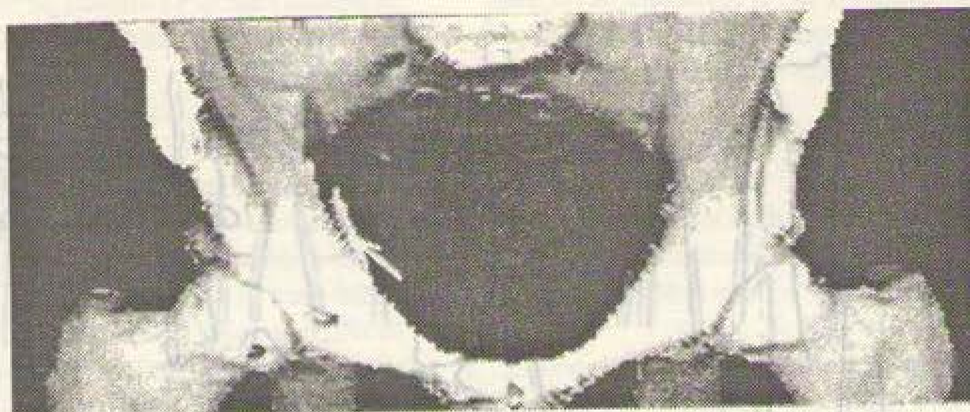


Fig.372. Imagine tridimensională CT a bazinului osos (săgeata indică o fractură a acetabulului).

10.4.1.4. *Forme particulare de fracturi.* Fracturile *fruste* nu pot fi evidenţiate radiologic imediat după traumatism, datorită întinderii lor reduse şi absenţei deplasărilor. După 2-3 săptămîni, diagnosticul devine însă posibil, o dată cu apariţia în imagine a elementelor calusului reparator. Se produc mai ales la nivelul extremităţii dorsale a metatarsienelor (boala Deutschländer).

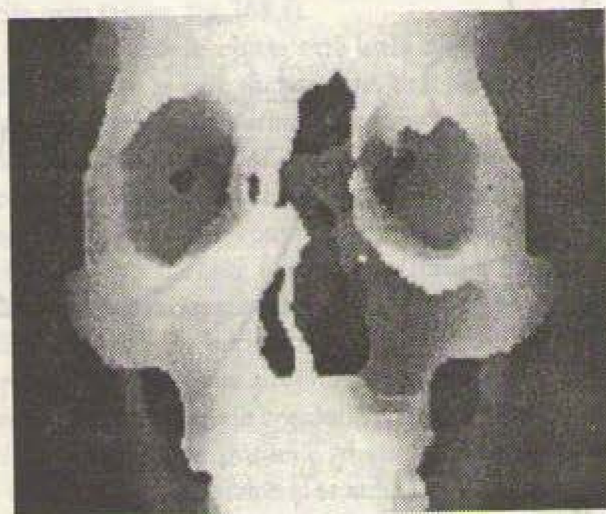
Fracturile *"de oboseală"* apar după solicitări mecanice de mică intensitate dar repetate sau durabile, care conduc la un moment dat la întreruperea continuităţi osului, aparent spontană (fracturi Küntscher).

Decolarea epifizară constă din separarea epifizei de diafiză la nivelul cartilajului de conjugare (fig.371,b), cu producerea unui diastazis sau a unei deplasări laterale.

Fractura-luxaţie este o fractură parţială ce interesează de obicei extremitatea proximală a primului metacarpian, însoţind luxaţia laterală a acestuia (fractura Bennett, fig.371,c).

Utilizarea altor metode imagistice în diagnostiucl leziunilor traumatice osteo-articulară este mai rară (deşi, de exemplu, examenul IRM poate pune în evidenţă cu deosebită claritate soluţii de continuitate ale cartilajelor articulare şi meniscurilor). In schimb, obţinerea de imagini tridimensionale prin sumarea digitală a unui număr de secţiuni adiacente CT permite o reprezentare foarte plastică a unor regiuni complexe ale scheletului (craniu, bazin), supuse traumatismelor sau (situaţie ce crează similitudini incontestabile) intervenţiilor chirurgicale largi (fig.372 şi 373).

10.4.1.5. *Vindecarea fracturilor.* Reconstituirea continuităţii osului prin formarea *calusului* reparator este un proces de osteogeneză care se desfăşoară între extremităţile fragmentelor produse de fractură. La acest proces participă ţesuturile conjunctive endostale şi periostale, care, după metaplazia lor, vor constitui matricea osului neoformat.



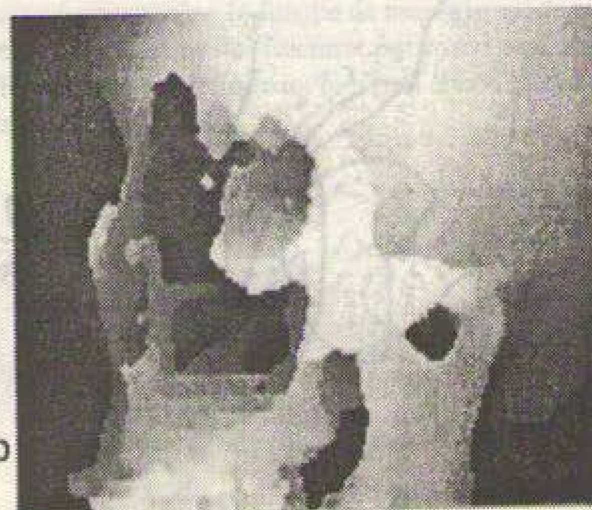


Fig.373. Reprezentare tridimensională CT a scheletului facial, după o interventie chirurgicală largă (tumoră malignă etmoido-maxilară). Regiunea osoasă respectivă este "privită" din faţă (a) şi din profil (b).

In momentul fracturii, o dată cu întreruperea continuităţii ţesutului osos, se produc şi rupturi vasculare, soldate cu hemoragie locală. Consecinţele acesteia sînt, pe de o parte formarea unui cheag fibrinos, dispus între fragmentele osului, şi, pe de altă parte, hiperemia locală. Cheagul va fi curînd invadat de fibroblaşti de origine endo- şi periostală, conducînd la *calusul fibro-proteic*, prima etapă a procesului de vindecare; hiperemia produce, de asemenea, demineralizarea moderată a extremităţilor fragmentelor osoase şi un surplus calcic în limfaticele locale.

Intr-o etapă următoare, ţesutul conjunctiv proliferează în interiorul acestui calus, în timp ce apariţia osteoblastelor transformă substanţa intercelulară într-o substanţă preosoasă; ia naştere astfel *calusul conjunctiv*. O dată cu formarea acestuia, hiperemia încetează şi se instalează staza limfatică locală, care favorizează depunerea sărurilor de calciu, aflate în exces, pe matricea formată. Astfel, la aproximativ 3 săptămîni după fractură, apar primele elemente ale *calusului osos provizoriu*, format din ţesut tînăr, embrionar, cu lamele subţiri, neregulate, sărace în conţinut calcic, a cărui constituire este încheiată, în mod obişnuit, după alte 2-3 săptămîni.

Odată cu suprimarea imobilizării, datorită forţelor mecanice la care este supus, calusul provizoriu suferă un proces de remaniere, care tinde să reconstituie structura funcţională iniţială a osului. Sudura definitivă a fragmentelor prin *calusul osos definitiv* necesită un interval de 6-12 luni de la fractură.

Procesul de vindecare a fracturii evoluează mai rapid la copil, în timp ce o serie de factori homeostazici, circulatori sau mecanici îl pot întîrzia uneori considerabil. In acest sens, trebuie menţionate tulburările de absorbţie a calciului (în afecţiunile cronice ale tubului digestiv), carenţa unor vitamine (C şi D), dereglările funcţionale ale paratiroidei, imobilizarea excesiv de strînsă (care îngreuiază circulaţia locală) sau incompletă (permiţînd mişcări între suprafeţele fragmentelor), distanţa prea mare între fragmentele imobilizate, interpunerea între acestea de fibre musculare sau corpi străini.

Radiologic, în primele 10-15 zile după fractură, se observă o *demineralizare* a extremităţii fragmentelor, mai evidentă la nivelul spongioasei, însoţită de o resorbţie marginală discretă, care lărgeşte linia de fractură (fig.374,b). La acestea se adaugă un grad variabil de demineralizare loco-regională produsă de imobilizare.

La aproximativ 3 săptămîni după momentul producerii fracturii, apare în imagine *calusul osos provizoriu*, sub forma unor opacităţi liniare sau insulare fine, de intensitate slabă, cu contururi şterse şi traiect neregulat, vizibile mai ales în afara contururilor extremităţii fragmentelor, în vecinătatea acestora (fig.374, I şi III c). In următoarele săptămîni, imaginea calusului creşte în mărime şi intensitate şi se alipeşte de contururile fragmentelor (fig. 374, I şi III d).

Atunci cînd contactul dintre fragmentele osoase a fost perfect restabilit în cursul manevrelor de reducere, calusul poate fi inaparent în imagine (aşa-zisa "consolidare per primam").

După sistarea imobilizării, examenul radiologic evidenţiază remanierea treptată a calusului, care restabileşte continuitatea compactei (corticalei) şi spongioasei osului afectat, fixînd definitiv fragmentele în poziţia în care au fost imobilizate. Calusul iniţial îşi reduce volumul şi capătă o structură funcţională, adaptată solicitărilor mecanice. Contururile osului devin continue şi nete; de obicei ele sînt deformate în grade diferite (fig. 374 I şi III e).

Situaţia caracterizată prin acest aspect radiologic necesită, aşa cum am mai spus, o jumătate de an pînă la doi ani a procesului de vindecare a fracturii.

Evoluţia patologică a procesului de vindecare se poate manifesta, în formele uşoare, prin *întîrzierea* apariţiei sau definitivării calusului, datorată unuia dintre factorii care au fost menţionaţi mai înainte.

Calusul vicios este un calus definitiv care fixează fragmentele într-o poziţie nefuncţională; cel *exuberant* este este rezultatul unei imobilizări incomplete sau imobilizării unor fragmente foarte mult deplasate (fig.374 III). Dezvoltat în vecinătatea unei articulaţii, un asemenea calus poate produce o limitare importantă a mişcărilor.

Pseudartroza este starea cea mai gravă rezultată din evoluţia anormală a procesului de vindecare a unei fracturi; ea se caracterizează prin definitivarea soluţiei de continuitate a osului şi permanentizarea mobilităţii dintre fragmentele acestuia.

Cauzele pseudartrozei sînt multiple: distanţa prea mare dintre fragmente, pierderea unei cantităţi foarte mari de ţesut osos (în cazul fracturilor prin zdrobire), infecţia locală (în fracturile deschise) şi mai ales interpunerea de formaţiuni musculare între fragmente. In toate aceste situaţii, evoluţia spre osteogeneză a structurilor tisulare aflate între fragmentele osoase devine imposibilă; se produce în schimb metaplazia cartilaginoasă sau, mai frecvent, fibroasă, a acestor structuri, care întrerupe definitiv continuitatea osului.

Radiologic, absenţa din imagine a calusului (fig.374 II) poate fi interpretată ca o întîrziere în formarea lui pînă la 6 luni după fractură; după acest interval ea trebuie considerată pseudartroză. In realitate, pe lîngă persistenţa

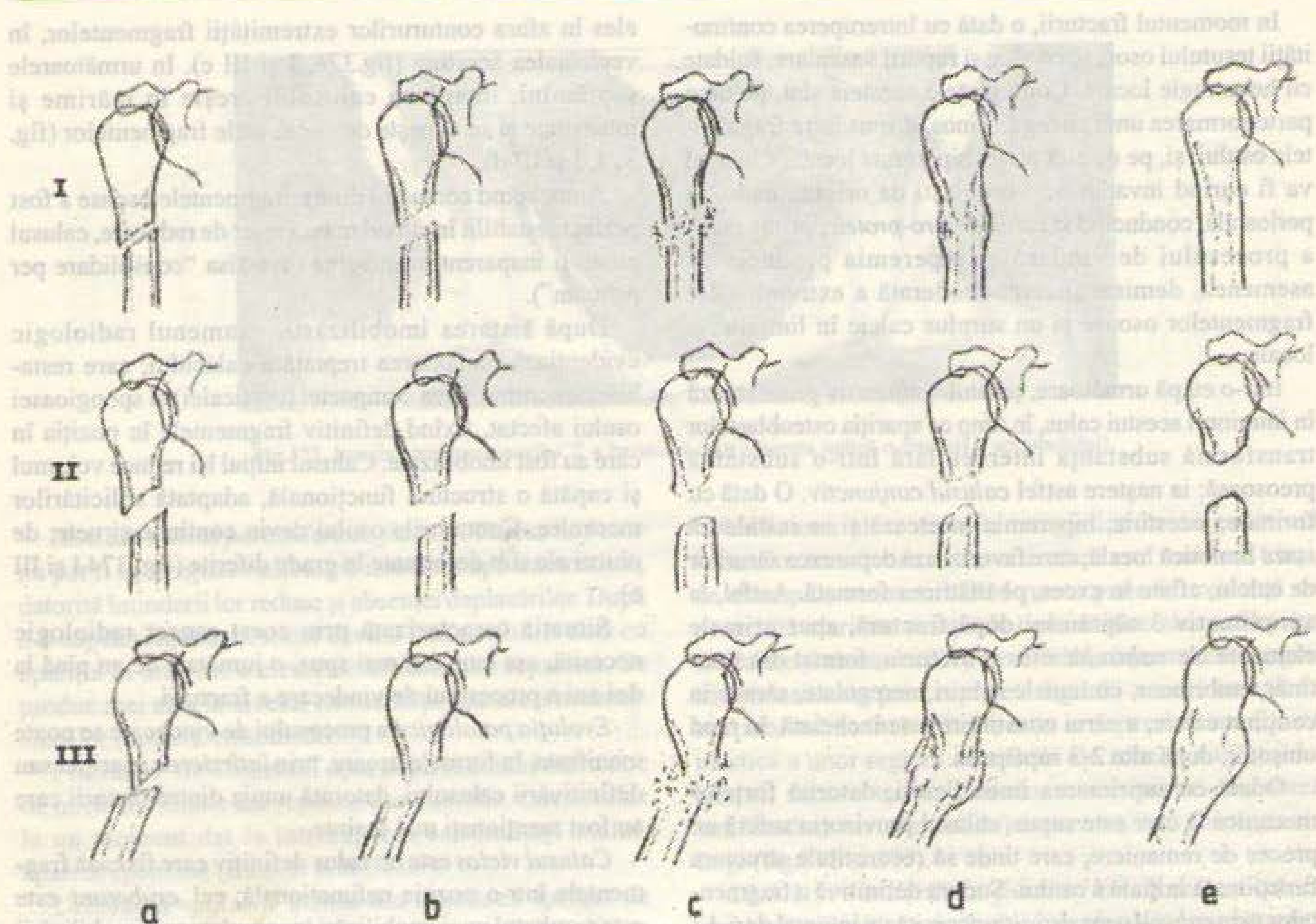


Fig.374. Evoluţia procesului de vindecare a fracturii în condiţii normale şi patologice. I: evoluţie normală; II: evoluţie spre pseudartroză; III: evoluţie spre calus vicios exuberant. Aspecte radiologice după imobilizare (a), la 7 zile de la fractură (b), la 3 săptămîni (c), la 6 săptămîni (d), respectiv la un an (e) de la fractură şi imobilizare.

liniei de fractură, imaginea radiologică prezintă şi semne de certitudine pentru constituirea unei psudartroze: extremităţile fragmentelor se remineralizează, capătă o densitate normală şi contururi nete şi regulate care simulează suprafeţele articulare (fig.374, II e).

10.4.1.6. *Complicaţiile fracturilor. Osteoporoza posttraumatică* este declanşată de fenomenele vasomotorii produse de traumatism şi întreţinută şi amplificată de imobilizare. Odată cu transformarea adipoasă a ţesutului conjunctiv intraosos, trece într-un stadiu cronic ireversibil; în acest stadiu, se însoţeşte de obicei de dureri intense, persistente (forma algică). Interesează mai frecvent oasele mînii.

Necrozele osoase posttraumatice sînt forme de necroze aseptice, instalate în condiţiile în care, în urma traumatismului, s-a produs suprimarea circulaţiei într-un teritoriu al osului. Se observă mai ales la nivelul capului femural şi la oasele mici ale membrelor.

Infecţia osului este o complicaţiue obişnuită a fracturilor deschise; evoluează cu semne radio-clinice de osteomielită. Procesul de vindecare a fracturii este mult întîrziat şi se desfăşoară defectuos (conduce deseori la un calus exuberant sau la pseudartroză).

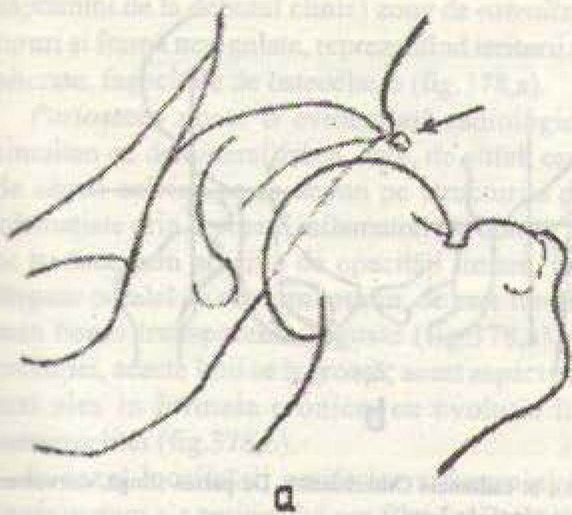
Anchiloza poate apare în evoluţia fracturilor intraarticulare, mai ales dacă fragmentele se infectează.

In cazuri mai rare, anchiloza se poate produce prin imobilizarea îndelungată; de asemenea în fracturile-luxaţii.

Osificările musculare, ligamentare şi *tendinoase* sînt consecinţe tardive ale traumatismelor de natură variată, care produc hematoame întinse. Se traduc radiologic prin imagini opace cu structură osoasă, de mărimi diferite, dispuse în vecinătatea pieselor scheletice.

10.4.2. Luxaţiile

Constau din pierderea totală sau parţială a contactului dintre suprafeţele osoase care intră în compunerea unei



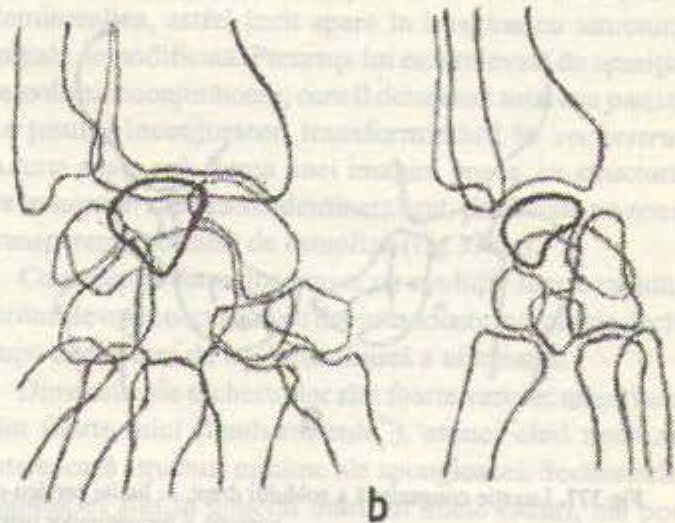


Fig.375. Aspecte radiologice produse de luxaţii. a: luxaţie a şoldului, cu smulgerea unui mic fragment din sprînceana cotiloidă (săgeata); b: luxaţia semilunarului (pe imaginea de faţă, proiecţia osului capătă o formă triunghiulară; de profil, poziţie caracteristică pentru o luxaţie anterioară.

articulaţii (fig.375). Mult mai puţin frecvente decît fracturile, luxaţiile sînt de obicei uşor de evidenţiat clinic, mai ales dacă afectează articulaţiile mari; în cazul articulaţiilor mici, rolul examenului radiologic devine decisiv în diagnostic. El poate evidenţia şi prezenţa unor mici fragmente de os, smulse în timpul traumatismului.

Luxaţiile copiilor mici – de altfel foarte rare – pot crea dificultăţi serioase de diagnostic radiologic, datorită faptului că nucleul epifizar este incomplet osificat, ceea ce face ca poziţia epifizei faţă de cavitatea articulară să fie greu de apreciat.

Luxaţia congenitală a şoldului. Spre deosebire de luxaţiile traumatice, luxaţia congenitală este o tulburare apărută în cursul dezvoltării intrauterine a scheletului, tradusă prin hipoplazia segmentelor osoase articulare şi a dispozitivului musculo-ligamentar al articulaţiei coxofemurale. Apare mai frecvent la fete şi într-o treime din cazuri este bilaterală.

Aspectul radiologic al acestei luxaţii depinde esenţial de momentul examinării (inainte sau după ce copilul a început să meargă).

La copilul care nu a mers încă, semnele radiologice sînt discrete, iar diagnosticul destul de dificil; femurul de partea afectată este uşor hipoplazic; nucleul epifizar al capului femural apare cu întîrziere sau are dimensiuni reduse în raport cu normalul, în timp ce cavitatea cotiloidă este mai puţin adîncă.

In practică, se foloseşte uneori măsurarea unghiului de inclinaţie a acetabulului: linia tangetă la conturul superior al cavităţii cotiloide formează cu orizontala ce trece prin cartilajul în Y un unghi care măsoară în mod normal, în jurul vîrstei de un an, aproximativ 25°; în prezenţa unei luxaţii congenitale, unghiul respectiv depăşeşte 30° (fig.376).

In cazul copilului care a început să meargă, modificările radiologice devin caracteristice; segmentele scheletice juxtaarticulare (femur, hemibazin) apar hipoplazice iar nucleul capului femural, mai puţin dezvoltat, se situează în cadranul superior al lui Ombrédanne (fig.377,b).

Cadranele lui Ombrédanne rezultă din trasarea a două linii perpendiculare între ele, una orizontală ce trece prin cartilajele în Y şi una verticală, prin sprînceana cotiloidă.

In mod normal, nucleul epifizar al femurului se situează în cadranul infero-intern. La copilul care nu a

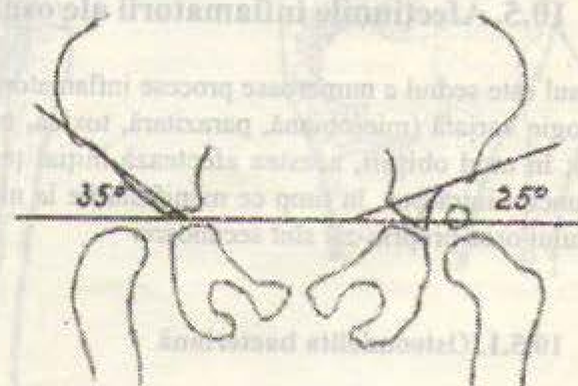


Fig.376. Măsurarea unghiului de înclinaţiea acetabulului (după Hilgenreiner). De partea stîngă, unghiul măsoară 25° (valoare normală); în dreapta, mărimea lui este de 35° (luxaţie congenitală). Se remarcă uşoara hipoplazie a femurului şi lipsa nucleului epifizar de aceeaşi parte.

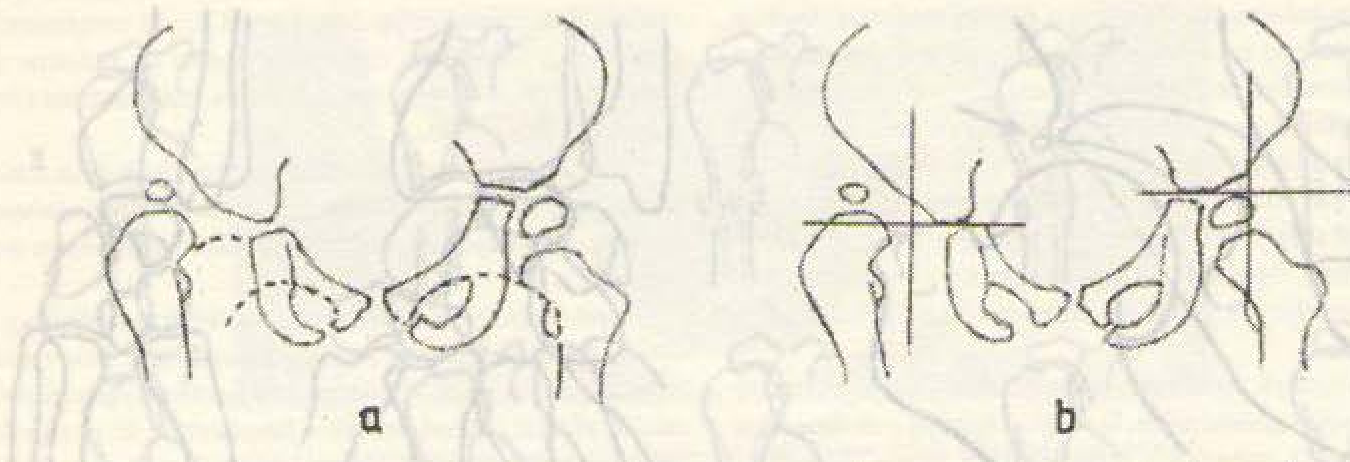


Fig.377. Luxaţie congenitală a şoldului drept. a: liniile cervico-obturatoare (punctat); b: cadranele Ombrédanne. De partea stîngă, dezvoltare normală a formaţiunilor osteo-articulare (copil în vîrstă de 2 ani).

mers, el poate fi găsit, în prezenţa unei luxaţii congenitale, în cadranul infero-extern iar la cel care a început să meargă, în cadranul supero-extern (fig.377,b).

Linia cervico-obturatoare (Ménard-Shenton), formată de conturul superior al găurii obturatoare şi conturul inferior al colului femural, continuă în mod normal, este întreruptă (fig.377,a). Nucleii de osificare ai ischionului şi pubisului de partea afectată apar mai puţin dezvoltaţi (aparent mai îndepărtaţi) iar sincondroza ischio-pubiană mai largă.

In cazurile netratate, capul femural migrează treptat în sus, situîndu-se pe conturul extern al osului iliac, unde formează o neoarticulaţie (neocotil); el se turteşte, căpătînd o formă si contururi neregulate. Concomitent, cavitatea cotiloidă originară se aplatizează, uneori pînă la dispariţie.

10.5. Afecţiunile inflamatorii ale osului

Osul este sediul a numeroase procese inflamatorii, de etiologie variată (microbiană, parazitară, toxică, mecanică); în mod obişuit, acestea afectează iniţial ţesutul conjunctiv intraosos, în timp ce manifestările la nivelul ţesutului osos propriu-zis sînt secundare.

10.5.1. Osteomielita bacteriană

Este inflamaţia septică a ţesutului conjunctiv intraosos, cu evoluţie spre supuraţie şi necroză. Afectează de predilecţie copii şi tineri între 5-20 ani; se poate localiza în principiu la oricare os şi regiune a osului. Mai frecvent, sediul iniţial este reprezentat de metafiza unui os lung (tibia, femurul, humerusul, radiusul, cubitusul, etc.), aflată în plină activitate de creştere. De aici, procesul infecţios se poate extinde spre canalul medular şi diafiza osului, spre epifiză (traversînd cartilajul de creştere) şi articulaţia vecină, ca şi spre ţesuturile moi periosoase.

In marea majoritate a cazurilor, factorul etiologic este reprezentat de stafilococul auriu, mai rar şi îndeosebi la copil, de streptococ şi pneumococ sau de bacilul tific. Sursa de infecţie o constituie de obicei o stafilococie cutanată (furuncul, piodermie), o supuraţie subcutană (panariţiu, plaga ombilicală) sau submucoasă (amigdalita, în cazul osteomielitelor streptococice ale copilului). De aici, emboliile septice sînt vehiculate pe cale circulatorie şi se fixează în structurile cele mai vascularizate ale osului.

10.5.1.1. *Forma acută* (iniţială) a osteomielitei evoluează radiologic în mai multe etape, marcate de apariţia succesivă a unei serii de modificări elementare.

Clinic, forma acută sau de debut a osteomielitei se manifestă de regulă zgomotos, cu febră, frisoane, tumefacţie roşie a regiunii şi durere locală intensă.

In primele două săptămîni de la debutul clinic, examenul radiologic nu evidenţiază nici o modificare patologică a structurii osului; infiltraţia inflamatorie a ţesuturilor moi periosoase poate produce intensificarea opacităţii acestora, sugerînd diagnosticul.

Prima modificare elementară ce apare pe imagine este *demineralizarea*, care devine vizibilă după 2-3 săptămîni de evoluţie; ea se datorează hiperemiei produse de inflamaţie şi afectează atît spongioasa (la nivelul căreia este mai evidentă), cît şi compacta şi corticala vecine. Demineralizarea poate avea un aspect omogen, pe o arie de întindere variabilă, sau unul insular, pătat, în care caz zone osteoporotice alternează cu altele, de structură normală.

Pe fondul demineralizării apar curînd (după 3-4 săptămîni de la debutul clinic) zone de *osteoliză*, cu contururi și formă neregulate, reprezentînd teritorii de os grav alterate, fagocitate de osteoclaste (fig.378,a).

Periostoza poate fi evidențiată radiologic aproape simultan cu demineralizarea, care, de altfel, crează sursa de săruri calcice ce se depun pe structurile periostale, edemațiate prin procesul inflamator. De obicei, periostoza se traduce prin apariția de opacități liniare, inițial fine, dispuse paralel cu conturul osului, de care rămîn separate prin benzi transparente înguste (fig.378,a). In cursul evoluției, aceste linii se îngroașă; acest aspect este întîlnit mai ales în formele cronice, cu evoluție lungă, ale osteomielitei (fig.378,b).

In cazul localizării periferice a focarului infecțios, unele regiuni ale periostului pot fi grav afectate și distruse într-o etapă timpurie a evoluției; în acest caz, periostoza se desfășoară neregulat, producînd lamele de os scurte, dispuse perpendicular pe conturul osului vecin ("spiculi" osoși). Destul de rar întîlnit în osteomielită, acest aspect al periostozei este caracteristic în schimb tumorilor maligne osoase.

Osteonecroza este urmarea suprimării circulației unui teritoriu din os aparținînd spongioasei sau compactei, produsă de emboliile microbiene, sau după distrugerea vaselor prin dezvoltarea colecțiilor purulente intraosoase. In absența circulației, teritoriul de os necrozat nu se poate demineraliza, astfel încît apare în imagine cu structura inițială nemodificată. Prezența lui este relevată de apariția osteolizei înconjurătoare, care îl detașează total sau parțial de țesutul înconjurător, transformîndu-l în *sechestru*. Acesta apare sub forma unei imagini opace, cu structură de os normal sau discret demineralizat, proiectată pe zona transparentă produsă de osteoliză (fig.378,a).

Cu excepția formelor grave, cu evoluție foarte rapidă, teritoriile osteonecrotice nu devin evidente radiologic decît după cîteva luni de evoluție clinică a afecțiunii.

Dimensiunile sechestrelor sînt foarte variate; uneori ele sînt foarte mici ("pulverulente"), atunci cînd necroza interesează structuri minime ale spongioasei. Sechestrele compactei sînt în general mari; în unele cazuri, ele pot cuprinde o mare porțiune a diafizei sau chiar diafiza în totalitate (la sugari și copii mici).

După detașarea lui completă, sechestrul se elimină de obicei printr-o fistulă; în unele cazuri, eliminarea lui necesită intervenție chirurgicală.

Persistența sechestrului se soldează cu prelungirea evoluției, cu cronicizarea procesului inflamator; prezența lui întreține, pe cale neuro-circulatorie, congestia și staza locală, creînd condiții de dezvoltare a osteosclerozei și periostozei.

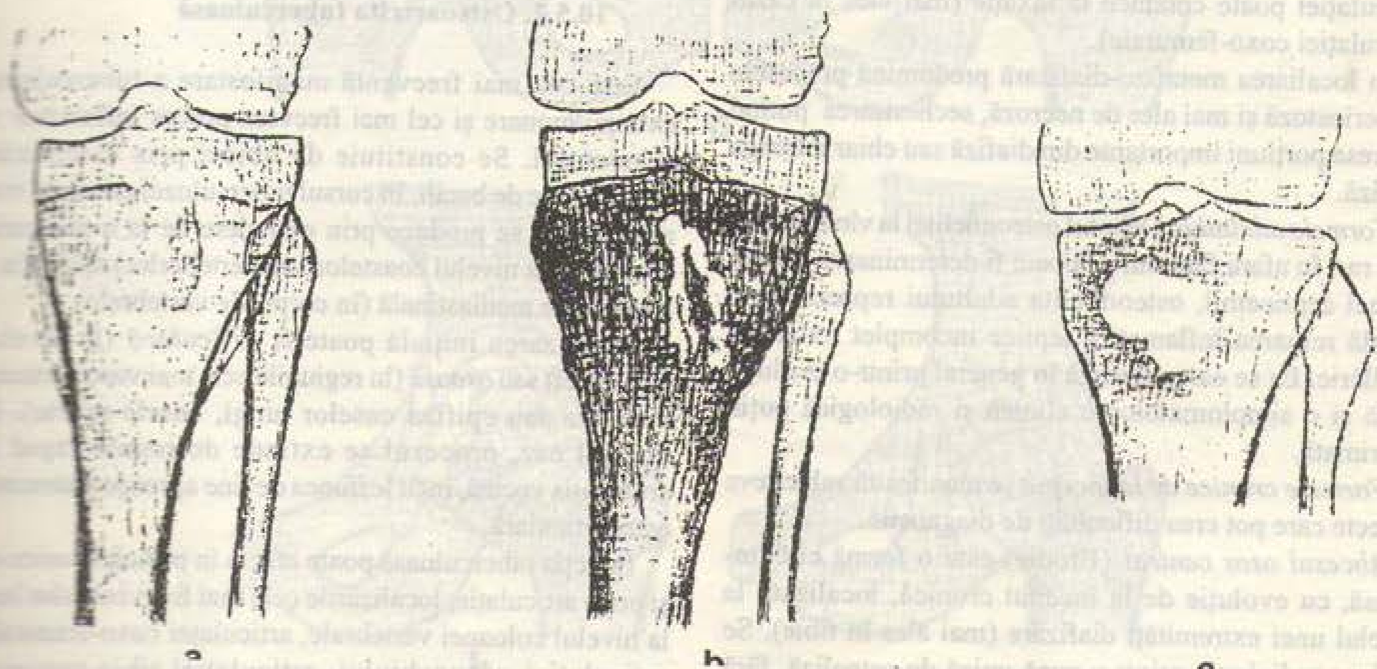


Fig.378. Aspecte radiologice create de osteomielită. a: osteomielită acută (demineralizare, zonă de osteoliză neregulată, periostoză, sechestru mic); b: osteomielită cronică (scleroză intensă diafizo-metafizară, zone de osteoliză net conturate, sechestru incomplet detașat, periostoză cu hiperostoză); c: abces osos central (Brodie) (zonă de osteoliză cu contururi regulate, înconjurată de osteoscleroză).

10.5.1.2. *Forma cronică* (prelungită) a osteomielitei este dominată de procesele osteoformatoare, *osteoscleroza* şi *periostoza*. Acestea se datorează circulaţiei locale lente, soldată cu stază limfatică şi depunere de calciu pe traveele şi lamelele preexistente sau pe structuri conjunctive edemaţiate.

Osteoscleroza se manifestă radiologic după mai multe luni de evoluţie a afecţiunii; la nivelul spongioasei, ea produce "compactizarea", mai mult sau mai puţin uniformă a acesteia iar la cel al compactei diafizare o îngroşare care poate îngusta, uneori pînă la la dispariţie, canalul medular. Pe fondul osteosclerotic se evidenţiază deseori zone de osteoliză (de obicei bine delimitate) şi imagini de sechestre (fig.378,b).

Periostoza progresivă conduce la îngroşarea, uneori foarte marcată, a diafizei, care deformează osul (fig.378,b)

Complicaţiile mai frecvente ale ostreomielitei stafilococice sînt reprezentate de *fractura* pe osul patologic şi de *artrita supurată*. Iritaţia cartilajului de creştere se poate solda cu cu tulburarea creşterii în lungime a osului (dezvoltare excesivă, deficitară sau neuniformă).

10.5.1.3. *Forme particulare. Osteomielita sugarului* apare mai frecvent la prematuri sau în condiţii de infecţie intraspitalicească; prezintă deseori determinări politope. Localizarea leziunilor poate fi metafizo-diafizară sau metafizo-epifizară. In acest ultim caz se produc modificări predominant distructive, care interesează şi articulaţia vecină, procesul evoluînd ca o osteoartrită. Distrucţia articulaţiei poate conduce la luxaţie (mai ales în cazul articulaţiei coxo-femurale).

In localiarea metafizo-diafizară predomină procesele de periostoză şi mai ales de necroză, sechestrarea putînd interesa porţiuni importante din diafiză sau chiar întreaga diafiză.

Formele adultului. Debutul osteomielitei la vîrsta adultă este rar; în afara faptului că poate fi determinarea osoasă a unei septicemii, osteomielita adultului reprezintă de regulă reluarea inflamaţiei septice incomplet tratate în copilărie. Ea se caracteriează în general printr-o evoluţie lentă şi o simptomatologie clinică şi radiologică puţin exprimată.

Formele cronice de la început se manifestă sub cîteva aspecte care pot crea dificultăţi de diagnostic.

Abcesul osos central (Brodie) este o formă circumscrisă, cu evoluţie de la început cronică, localizată la nivelul unei extremităţi diafizare (mai ales în tibie). Se traduce radiologic printr-o zonă unică de osteoliză, fără sechestre, înconjurată de un inel de scleroză de grosime variabilă (fig.378,c). Atunci cînd este prezentă, periostoza rămîne discretă.

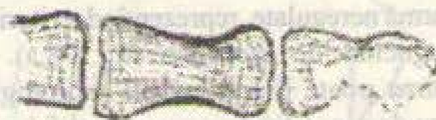


Fig.379. Panariţiu osos.

Forma condensantă se caracterizează prin dezvoltarea osteosclerozei şi periostozei, în absenţa altor modificări elementare; afectează în special tibia.

Forma pseudotumorală produce osteoscleroză şi periostoză exuberantă, similare celor create în mod obişnuit de sarcomul osteogenic.

Osteomielita oaselor scurte şi plate se caracterizează prin formarea de sechestre mici şi mai ales prin absenţa firească a periostozei. Aspectul radiologic se poate confunda cu cel al osteitei tuberculoase.

Panariţiul osos este osteomielita falangelor distale, instalată prin propagarea unei infecţii din vecinătate; se manifestă mai ales ca o zonă de osteoliză, localizată la extremitatea liberă a falangei, care poate fi definitiv distrusă pe o întindere variabilă (fig.379).

Osteomielita bontului de amputaţie se traduce prin leziuni osteolitice, urmate de apariţia unui sechestru marginal de formă inelară.

10.5.2. Osteoartrita tuberculoasă

Este cea mai frecventă manifestare a tuberculozei extrapulmonare şi cel mai frecvent proces inflamator al scheletului. Se constituie de obicei prin diseminări hematogene de bacili, în cursul tuberculozei primare; mai rar, infecţia se produce prin extindere de la o pleurezie specifică (la nivelul coastelor sau vertebrelor) sau de la o adenopatie mediastinală (în corpurile vertebrale).

Localizarea iniţială poate fi *articulară* (la nivelul sinovialei) sau *osoasă* (în regiunile cele mai vascularizate, metafiza sau epifiza oaselor lungi, oasele scurte). In ultimul caz, procesul se extinde de regulă rapid la articulaţia vecină, încît leziunea devine aproape sistematic osteoarticulară.

Infecţia tuberculoasă poate afecta în principiu orice os şi orice articulaţie; localizările cele mai frecvente sînt însă la nivelul coloanei vertebrale, articulaţei coxo-femurale, articulaţiei genunchiului, articulaţiei tibio-tarsiene, articulaţiei umărului, ca şi la nivelul coastelor şi sternului. Mai frecvent, este interesată o articulaţie împreună cu cele două extremităţi osoase adiacente.

Din punct de vedere anatomo- şi histopatologic, tuberculoza osteo-articulară se caracterizează prin două tipuri de leziuni: *focare proliferative granulare* (foliculi specifici) şi *leziuni exudativ-necrotice*, cu evoluţie spre cazeificare (urmată uneori, în faza de vindecare, de *calcificări*).

Clinic, simptomatologia este discretă, constînd din subfebrilitate, adinamie, pierdere ponderală. Instalarea fenomenelor articulare (durere, tumefacţia regiunii) se produce relativ tîrziu.

Radiologic, modificările apar la un interval de mai multe luni după debutul real al afecţiunii; ele constau din alterări ale structurii osoase, ale spaţiului articular, ale formei şi poziţiei porţiunilor articulare ale oaselor şi din modificări ale ţesuturilor periarticulare.

Prima modificare de structură evidenţiată este *demineralizarea*, care de altfel poate rămîne singura manifestare radiologică pentru o lungă perioadă de evoluţie; în afara porţiunii juxtaarticulare a osului, ea se poate extinde pe teritorii mari ale acestuia, afectînd spongioasa, corticala şi compacta (fig.380,a) şi atingînd grade ridicate de intensitate. Trebuie reţinut faptul că tuberculoza este afecţiunea cea mai demineralizantă a oaselor, ca manifestare locală şi regională.

Osteoliza este, în ordinea apariţiei, următoarea leziune osoasă ce poate fi evidenţiată radiologic. Osteoliza se dezvoltă *marginal*, producînd eroziuni superficiale, care întrerup continuitatea corticalei articulare sau creează neregularităţi ale acesteia (fig.380,a), sau distrucţii mai profunde, *carii osoase*; dezvoltarea *centrală* a osteolizei produce *caverne*, în care pot fi evidenţiate *sechestre* de dimensiuni mici, demineralizate.

Demineralizarea se produce, evident, înainte de suprimarea circulaţiei, în cursul perioadei iniţiale de evoluţie.

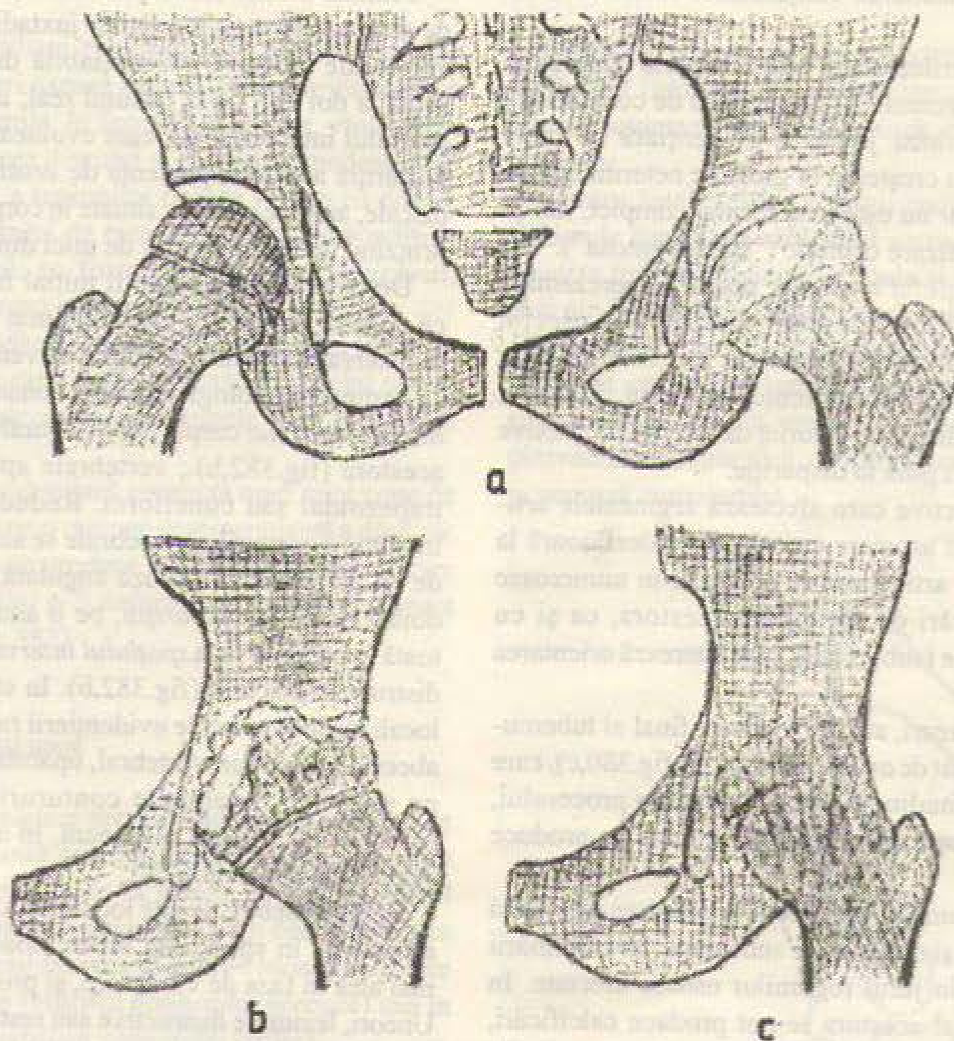


Fig.380. Tuberculoză a articulaţiei coxo-femurale stîngi. a: faza evolutivă incipientă (demineralizare a regiunilor osoase periarticulare, diminuare în înălţime a spaţiului articular, neregularităţi de contur ale capului femural şi cotilului); b: fază de evoluţie dominată de leziuni cu caracter distructiv; vindecare prin anchiloză (c).



Fig.381. Tuberculoza oaselor plantei. Calcificări în ţesuturile moi.

Procesele osteogenice, osteoscleroza şi periostoza, sînt foarte slab reprezentate, datorită persistenţei îndelungate a condiţiilor circulatorii ce întreţin demineralizarea, soldate cu degenerescenţa grăsoasă a ţesutului conjunctiv intraosos şi cu scăderea conţinutului calcic al vecinătăţii.

Osteoscleroza perilezională este de regulă consecinţa suprainfecţiei cu germeni banali, produsă de constituirea unei fistule. *Periostoza* poate fi evidenţiată în unele localizări pe oase cu creşterea în grosime neterminată, la care canalul medular nu este încă format complet, sau în rarele localizări diafizare centrale ("spina ventosa").

Modificarea *spaţiului articular* poate fi reprezentată iniţial de lărgiea lui moderată, produsă de colecţia lichidiană. inflamatorie; concomitent se poate observa reducerea moderată a transparenţei spaţiului. Ulterior, înălţimea spaţiului diminuă, datorită distrucţiei progresive a cartilajelor, uneori pînă la dispariţie.

Procesele distructive care afectează segmentele articular ale oaselor, în asociere cu cele ce se desfăşoară la nivelul structurilor articulare, se soldează în numeroase cazuri cu modificări de formă ale acestora, ca şi cu modificări de poziţie (subluxaţii), care alterează orientarea pieselor scheletice.

In numeroase cazuri, stadiul evolutiv final al tuberculozei este reprezentat de *anchiloza osoasă* (fig.380,c), care nu exprimă cu certitudine o vindecare reală a procesului, ci mai curînd o etapă de stabilizare, în care se produce reparaţia osoasă.

Modificările *ţesuturilor moi* periarticulare se datorează îngroşării capsulei şi structurilor subcutane, ca şi formării de "abcese reci", în jurul regiunilor osoase afectate. In conţinutul cazeos al acestora se pot produce calcificări, care apar radiologic sub formă de opacităţi intense, de mici dimensiuni, vizibile pe aria de proiecţie a regiunii scheletice afectate (fig.381).

10.5.2.1. *Tuberculoza vertebrală* (boala Pott) sau spondilita tuberculoasă este localizarea cea mai frecventă a tuberculozei osteo-articulare. Poate afecta oricare regiune a coloanei vertebrale, sediul de predilecţie pare însă să fie reprezentat de regiunea de tranziţie toraco-lombară. In mod obişnuit, este afectat un cuplu de vertebre învecinate, împreună cu discul care le uneşte; localizările pe trei sau mai multe vertebre sînt rare şi se întîlnesc aproape numai la copil.

Porţiunea cea mai des afectată este corpul vertebral, bogat în ţesut spongios bine vascularizat, în timp ce arcurile şi apofizele sînt excepţional sediul infecţiei.

Semnele radiologice ale spondilitei tuberculoase sînt cele comune oricărei localizări a osteoartritei specifice (dacă se consideră discul intervetebral ca fiind o formaţiune articulară); ele pot apare la intervale foarte mari de la debutul clinic (la fel de anodin ca şi cel din alte localizări) şi se manifestă diferit, în funcţie de etapa evolutivă.

Primele semne sînt reprezentate, în ordinea apariţiei, de *demineralizarea* regiunilor juxtadiscale ale corpurilor vertebrale afectate, evidenţiabilă după mai multe luni (pînă la doi ani) de la debutul real; *diminuarea înălţimii* spaţiului intervertebral, care evoluează progresiv pînă la dispariţia acestuia, prezenţa de *eroziuni* ale suprafeţelor discale, apoi de *caverne* situate în corpurile vertebrale, cuprinzînd uneori *sechestre* de mici dimensiuni (fig.382,a).

Demineralizarea poate fi iniţial foarte discretă, astfel că debutul radiologic este exprimat în unele cazuri prin reducerea înălţimii spaţiului intervetebral.

Semnele radiologice tardive constau în primul rînd din *alterarea formei* corpurilor vertebrale, datorată prăbuşirii acestora (fig.382,b).; vertebrele apar turtite, de aspect trapezoidal sau cuneiform. Reducerea neuniformă în înălţime a corpurilor vertebrale se soldează cu modificări de ax ale coloanei (cifoză angulată, cifoscolioză). In al doilea rînd, din *dispariţia*, pe o anumită regiune sau pe toată întinderea sa, a *spaţiului intervertebral*, consecutivă distrugerii discului (fig.382,b). In sfîrşit, din apariţia, în localizările favorabile evidenţierii radiologice, a imaginii abcesului rece paravertebral, opacitate fuziformă dispusă pe unul sau pe ambele contururi ale coloanei (vezi fig.149). In evoluţia ulterioară, în abcesul paravertebral se pot produce calcificări.

Spre deosebire de alte localizări ale tuberculozei osteo-articulare, în spondilita tuberculoasă pot fi evidenţiate, mai ales în faza de vindecare, şi procese de *osteogeneză*. Uneori, leziunile distructive sau restul unui corp vertebral pot fi delimitate de o zonă de *scleroză*, iar la nivelul conturului anterior al coloanei pot apare punţi intervetebrale, prin osificări ligamentare.



Fig.382. Aspecte radiologice în evoluţia spondilitei tuberculoase. a: caverne în corpurile vertebrale, cu prezenţa de sechestre; b: prăbuşirea corpurilor vertebrale, cu dispariţia spaţiului interevertebral şi angulaţia coloanei; c: bloc intervertebral.

Evoluţia spondilitei tuberculoase netratate poate conduce la distrugeri osoase întinse, cu dispariţia totală a unor corpuri vertebrale. In formele obişnuite, vindecarea survine după alterarea discului şi eroziunea moderată, de obicei neuniformă, a regiunilor osoase vecine cu discul. Ca urmare a procesului de reparare osoasă, în condiţiile dispariţiei discului, se formează un *bloc vertebral*, echivalentul anchilozei osoase (fig.382,c).

10.5.2.2. *Tuberculoza osoasă diafizară* (spina ventosa) este o formă relativ rară, care afectează în special oasele metacarpiene, metatarsiene şi falangele (mai rar oasele lungi) ale copilului.

Radiologic, se evidenţiază prezenţa unei mici zone de osteoliză, proiectată pe o regiune demineralizată a diafizei; la periferia acesteia se produce o periostoză intensă, care creşte grosimea osului şi îl deformează, creînd un aspect fals de os suflat (fig.383).

10.5.3. Sifilisul osos

Modificările scheletice produse de infecţia luetică se pot manifesta în două circumstanţe diferite: în urma trimiterii transplacentare de la mamă la copil (sifilisul "congenital") şi ca urmare a evoluţiei bolii constituite prin contaminare. In primul caz, manifestările osoase pot apare imediat după naştere (sifilisul congenital precoce) sau în primii ani de viaţă (sifilisul congenital tardiv).

Leziunile elementare histopatologice sînt reprezentate de *foliculul* luetic, formaţiune cu caracter proliferativ, cu efecte distructive asupra structurilor vecine, şi infiltratul limfo-mono-plasmocitar, cu evoluţie fie spre fibroză spontană, fie spre necroză, cu formarea de *gome* specifice.

Pentru înţelegerea imaginii radiologice produse de diferitele forme ale sifilisului osos, trebuie reţinute trei aspecte fundamentale: 1. gomele şi foliculii granulomatoşi produc leziuni distructive; 2. infiltratul limfo-mono-plasmocitar crează condiţii de osteogeneză şi se soldează frecvent cu osteoscleroză şi periostoză; 3. infiltratul afectează de regulă vasele, producînd vascularita şi perivascularita specifică, care conduce deseori la tromboză şi necroză consecutivă.

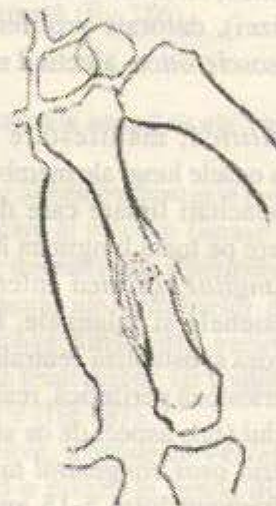


Fig.383. Spina ventosa a metacarpianului II.

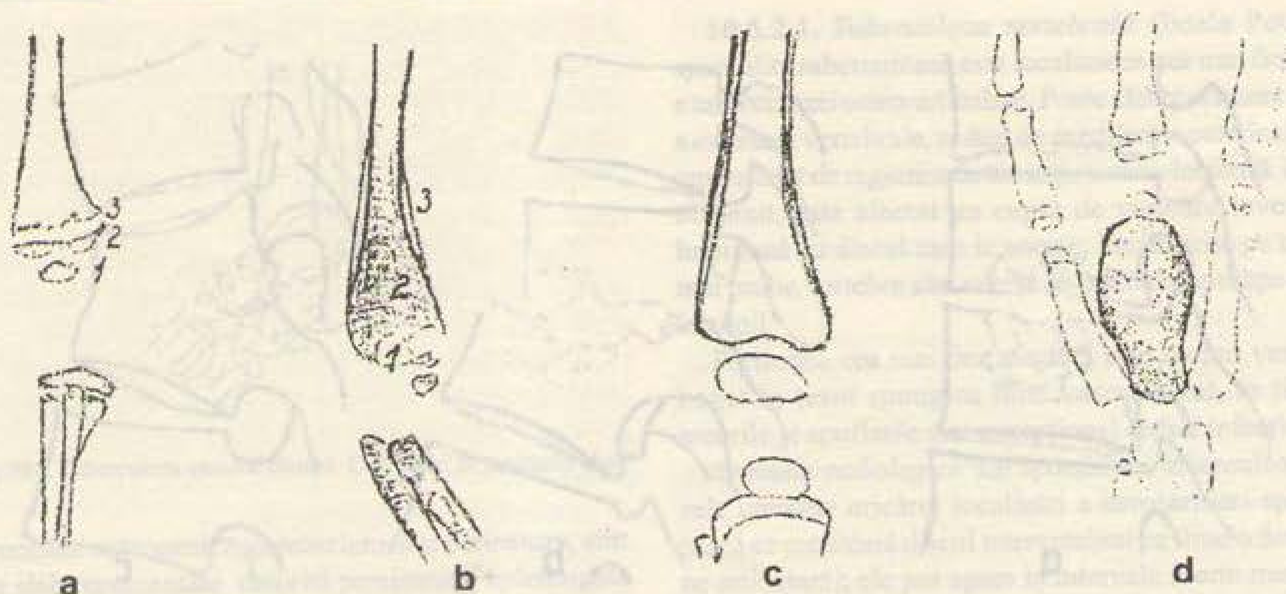


Fig.384. Manifestări radiologice în sifilisul congenital precoce a: osteocondrită sifilitică (1. nucleu epifizar; 2: zona de calcificare provizorie; 3: ţesut de granulaţie)(nou născut); b: osteomielită sifilitică (1. zone de osteoliză; 2: scleroza metafizei; 3: periostoză); c: periostită sifilitică; d: dactilită sifilitică a metacarpianului IV.

10.5.3.1. *Sifilisul osos congenital precoce.* In urma infecţiei transplacentare, leziunile osoase încep să se constituie din a 5-a lună de viaţă intrauterină şi devin manifeste în primele 5 luni după naştere. Ele sînt în esenţă reprezentate de:

Osteocondrita sifilitică, tradusă radiologic printr-o imagine particulară a cartilajelor de creştere: acestea prezintă o bandă opacă îngustă, expresie a zonei de calcificare provizorie, care, datorită vascularitei, nu se poate resorbi; sub această bandă opacă, se evidenţiază o linie transparentă produsă de ţesutul de granulaţie (foliculi), care înlocuieşte zona de osificare primitivă.

Osteomielita sifilitică, ce produce două tipuri principale de leziuni: *osteolitice*, cu localizare marginală (de regulă la nivelul metafizei), datorate proliferării ţesutului de granulaţie, şi *osteosclerotice*, afectînd mai ales metafiza (fig.384,b).

Periostita sifilitică, manifestare relativ tardivă, afectează mai ales oasele lungi ale membrelor şi se traduce radiologic prin opacităţi liniare care dublează conturul compactei diafizare pe toată lungimea lui.

Dactilita (falangita) sifilitică intereseaza metacarpienele, metatarsienele şi falangele, la nivelul cărora produce osteoporoză şi osteoliză centrală, concomitent cu osteogeneză şi periostoză periferică, realizînd deformarea prin lărgire a osului (fals aspect de os suflat) (fig.384,d).

10.5.3.2. *Sifilisul osos congenital tardiv* se manifestă radiologic mai frecvent între 5-15 ani şi afectează de predilecţie oasele lungi ale membrelor (în particular tibia), oasele craniene şi sternul. Leziunile produse (osteoliză, osteoscleroză, periostoză) sînt de regulă asociate şi afectează simetric oasele. Zonele de osteoliză sînt deseori greu de evidenţiat, fiind acoperite de modificările osteoproductive înconjurătoare.

Afectarea tibiei, considerată tipică, realizează îngroşarea şi încurbarea ("în iatagan") a osului, care este intens sclerotic, cu canalul medular deseori dispărut.

Tabloul clinic este completat de "triada Hutchinson" (surditate, displazii dentare, cheratită interstiţială).

10.5.3.3. Leziunile osoase în *sifilisul prin contaminare* devin aparente radiologic în cursul perioadei terţiare, creînd aspecte de osteoliză, osteoscleroză şi periostoză.

In plină perioadă evolutivă, diseminarea de spirochete pe cale vasculară în ţesutul conjunctiv realizează multiple focare gomoase în măduvă şi periost. Acestea pot interesa toate oasele, dar au predilecţie particulară pentru oasele lungi ale membrelor şi se pot manifesta sub aspecte variate: lărgirea canalelor haversiene, cu realizarea unei structuri osteoporotice (la nivelul metafizelor), apariţia de zone de osteoliză de dimensiuni mici, dispersate difuz pe arii întinse, sau de dimensiuni mari (de obicei unice), localizate mai ales în metafiză.

Foarte curînd, se instalează procesele osteogenice: osteoscleroza difuză sau perigomoasă, periostoza lamelară (uneori spiculară). Acestea progresează rapid, dominînd tabloul anatomo-radiologic.

In momentul descoperirii lor, modificările radiologice (localizate în special la oasele lungi ale membrelor infe-

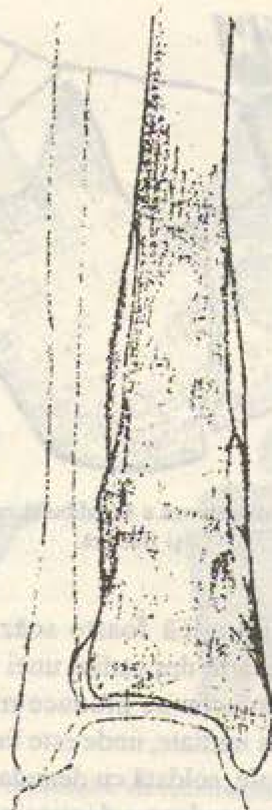


Fig.385. Sifilis osos prin contaminare.

rioare) realizează un aspect complex (fig.385): zone de *osteoliza* (expresie a gomelor mari), dispuse mai ales în regiunea marginală a metafizei, înconjurate de *osteoscleroză* întinsă; structura osului devine neomogenă, pătată. Formarea de *sechestre*, de obicei de mici dimensiuni, este posibilă. La periferia osului, *periostoza* progresează treptat, se sudează la compactă, îngroşîndu-l şi deformîndu-l.

Intr-o etapă avansată, aspectul este net dominat de procesele osteogenice, care realizează un os intens sclerotic, cu diafiza şi metafiza îngroşate.

10.6. Osteonecrozele aseptice

Etiopatogenia necrozelor aseptice ale osului a fost prezentată în capitolul consacrat modificărilor elementare osoase; în cele ce urmează, vor fi descrise citeva aspecte mai frecvent întîlnite în practică.

10.6.1. Necroza aseptică a capului femural

Necroza aseptică a capului femural (boala Calvé-Legg-Perthes) se instalează de obicei la vîrsta de 6-12 ani,

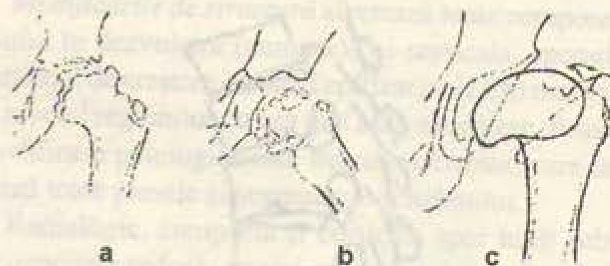


Fig.386. Evoluţia necrozei aseptice a capului femural (copil în vîrstă de 8 ani). a: aspect radiologic incipient (neregularităţi ale corticalei capului); b: aspect după 7 luni de evoluţie (fragmentarea capului şi colului); c: aspectul radiologic după 5 ani (vindecare cu deformarea pronunţată a capului şi colului).

afectează mai frecvent sexul mascvulin şi se soldează, în cazurile neglijate, cu deformarea accentuată a capului femural prin turtire, însoţită de evaziunea lui din articulaţie, ca şi de scurtarea şi de îngroşarea colului. Spaţiul articular este întotdeauna păstrat, dar frecvent se instalează modificări artrozice, însoţite de modificarea axului femural (coxa vara) (vezi fig.357,a).

Urmărirea radiologică a evoluţiei nu evidenţiază în primele 5-6 săptămîni nici o modificare.

Aşa cum am mai arătat, în perioada incipientă, examenul scintigrafic (uneori şi IRM) pot furniza date relevante pentru diagnostic.

Ulterior, corticala capului şi colului prezintă mici denivelări (prin înfundarea de fragmente); într-o etapă următoare, se produce turtirea colului, care se lăţeşte şi se fragmentează, în structura lui putînd fi evidenţiate geode şi sechestre, de obicei de dimensiuni reduse.

După aproximativ doi ani de evoluţie, începe procesul de reconstrucţie, care reface o structură normală sau apropiată de normal; regiunea capului şi colului femural rămîne însă deformată (fig.386).

10.6.2. Necrozele aseptice ale vertebrelor.

10.6.2.1. *Boala Scheuermann* este consecinţa necrozei nucleilor de osificare ai plăcilor osoase discale ale vertebrelor, însoţită de degenerarea discurilor.

Suprafeţele discale ale vertebrelor devin neregulate, prezintă numeroase amprente create de hernierea intraspongioasă de ţesut discal, iar spaţiile intervertebrale diminuă în înălţime (fig.387).

In formele grave, corpurile vertebrale se turtesc anterior, rezultînd o cifoză în grade diferite a coloanei toracale, la care afecţiunea se localizează de predilecţie (cifoza "juvenilă").

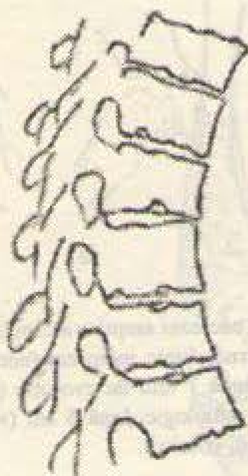


Fig.387. Boală Scheuermann.

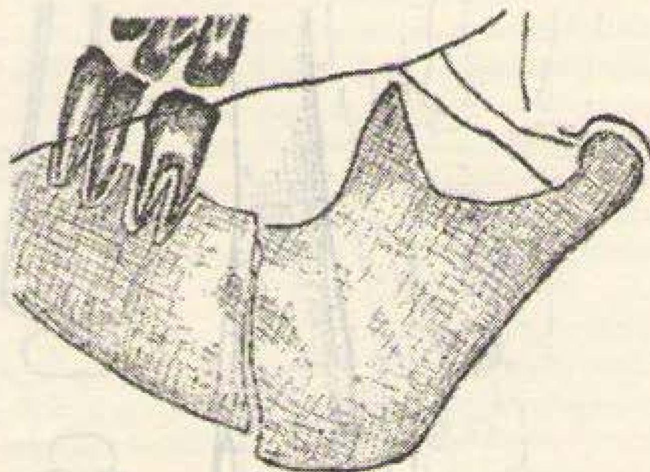


Fig.388. Osteoradionecroză a mandibulei cu infecţie, sechestrare şi fractură.

10.6.2.2. *Boala Kümmel-Verneuil* este osteonecroza spongioasei corpurilor vertebrale toraco-lombare (de regulă consecutivă unor traumatisme), soldată cu prăbuşiri şi deformări ale acestora. Prin întrepătrunderea traveelor, structura devine neomogenă, condensată în grade diferite.

10.6.2.3. *"Vertebra plana"* (Calvé) este aspectul patologic creat de turtirea accentuată, uniformă, a unui corp vertebral, care se reduce la o bandă opacă îngustă, ce depăşeşte contururile anterioare ale vertebrelor vecine şi prezintă o structură mai densă (vezi fig.356,c). Discurile adiacente rămîn nemodificate, astfel încît înălţimea spaţiilor intervertebrale respective apare normală.

In afara necrozei aseptice, vertebra plana poate fi consecinţa altor procese patologice, de natură variată, ca granulomul eozinofil, tumori maligne etc.

10.6.3. Osteoradionecroza

Administrarea dozelor mari de radiaţii în scop terapeutic poate produce scleroza şi obliterarea vaselor intraosoase şi necroza consecutivă a teritoriului respectiv din os. Instalarea ischemiei şi necrozei are loc la un interval de mai multe luni pînă la 2-3 ani de la efectuarea iradierii.

Necroza radiogenă rămîne mult timp asimptomatică clinic şi fără expresie radiologică. Teritoriul necrotic îşi pierde însă calităţile mecanice şi se prăbuşeşte treptat sub acţiunea factorilor solicitanţi; regiunea respectivă se deformează prin tasare şi capătă o structură neomogen condensată. Destul de frecvent se produc fracturi pe os patologic.

Rezistenţa biologică foarte scăzută face ca osul ischemic să fie foarte des sediul unei infecţii propagate din vecinătate. Infecţia se produce mai ales la nivelul mandibulei intens iradiate, unde este favorizată de atrofia mucoasei gingivale, soldată cu denudarea osului.

In acest caz, se produce o demineralizare de întindere variabilă la nivelul regiunilor osoase înconjurătoare, pe fondul căreia apar zone de osteoliză ce delimitează treptat teritoriul necrotic, transformîndu-l în sechestru (fig.388). Tabloul radiologic devine astfel similar celui al unei osteomielite, cu particularitatea că periostoza şi osteoscleroza lipsesc întotdeauna.

Evoluţia osteoradionecrozei este de regulă torpidă; vindecarea după eliminarea spontană a sechestrului, ca şi consolidarea după fractură, sînt posibile, dar necesită intervale de timp foarte mari (mai mulţi ani).

10.7. Osteopatiile dismetabolice

Afecţiunile din această categorie sînt consecutive unor carenţe vitaminice, soldate cu manifestări clinice complexe, dominate de suferinţe ale scheletului.

10.7.1.Rahitismul

Afecţiune generală, rahitismul recunoaşte factori etiologici multipli, dintre care carenţa de vitamină D are probabil rolul principal. La nivelul scheletului, rahitismul se manifestă prin tulburarea osteogenezei, lipsa fixării calciului pe matricea conjunctivă şi evoluţia acesteia spre ţesut osteoid.

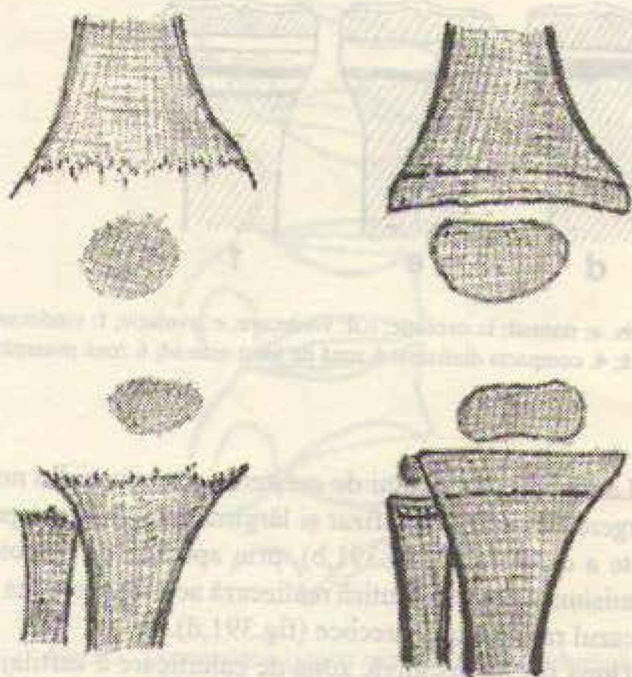


Fig.389. Aspecte radiologice ale rahitismului în perioada de evoluţie (a) şi de vindecare (b).

Rahitismul se poate instala între lunile 6-24 de la naştere (rahitismul "precoce") sau în preajma pubertăţii (rahitismul "tardiv").

Sindromul umoral al rahitismului este constituit din hipocalcemie, hipofosforemie şi creşterea fosfatazelor sanguine. Absenţa vitaminei D face imposibilă fixarea sărurilor fosfo-calcice pe matricea conjunctivă a zonelor de osificare; în aceste condiţii, osteogeneza este întreruptă iar matricea se transformă în ţesut osteoid.

Procesul de rezorbţie a osului existent se desfăşoară însă normal, astfel că rezultă un deficit important de ţesut osos.

10.7.1.1. *Rahitismul "precoce"* se traduce prin modificări de *structură* şi prin modificări de *formă* ale oaselor în creştere.

Modificările de structură afectează toate componentele osului în dezvoltare (compacta şi corticala, spongioasa, cartilajul de creştere, nucleul epifizar); ele sînt mai vizibile la nivelul regiunilor cu cea mai activă creştere. Principala modificare patologică este *demineralizarea*, care interesează toate piesele şi segmentele scheletului.

Radiologic, compacta şi corticala apar mult subţiate, de opacitate redusă, uneori cu aspect fasciculat. Spongioasa capătă o structură ştearsă, intens porotică, iar nucleii epifizari au o opacitate redusă (fig.389,a).

La nivelul cartilajului de creştere, zona de calcificare provizorie, prezentă în momentul debutului bolii, se rezoarbe treptat, determinînd îngroşarea cartilajului, tradusă prin creşterea distanţei dintre nucleul epifizar şi diafiză. Zona de osificare primitivă este formată din travee rare, subţiri, foarte slab mineralizate; extremitatea diafizară apare imprecis delimitată, prezentînd mici calcificări neregulate, care îi creează un contur dinţat (fig.389,a).

O dată cu apariţia mişcărilor active, extremităţile oaselor lungi se deformează în mod caracteristic, căpătînd un aspect în cupă (fig.389,a).

Deşi evoluează în condiţii precare, osteogeneza se desfăşoară totuşi mai activ în regiunea marginală a cartilajului de creştere, unde este stimulată de forţele mecanice. In acelaşi timp, manşonul periostal, care în mod normal este rigid şi se inseră strîns pe conturul cartilajului, limitîndu-i dezvoltarea în afară, se relaxează; el permite astfel o lărgire a zonei de osificare.

Radiologic, extremitatea diafizei se lărgeşte şi capătă o formă concavă spre nucleul epifizar (în mod normal, ea este uşor convexă spre acesta). Corespondentul clinic al lărgirii diafizare este apariţia "brăţărilor" rahitice.

Modificările de formă. Datorită demineralizării intense, rezistenţa mecanică a oaselor scade; în consecinţă, ele vor prezenta deformări prin încurbare, mai mult sau mai puţin accentuate. In acelaşi timp, ele devin sediul a numeroase fracturi subperiostale sau "în lemn verde".

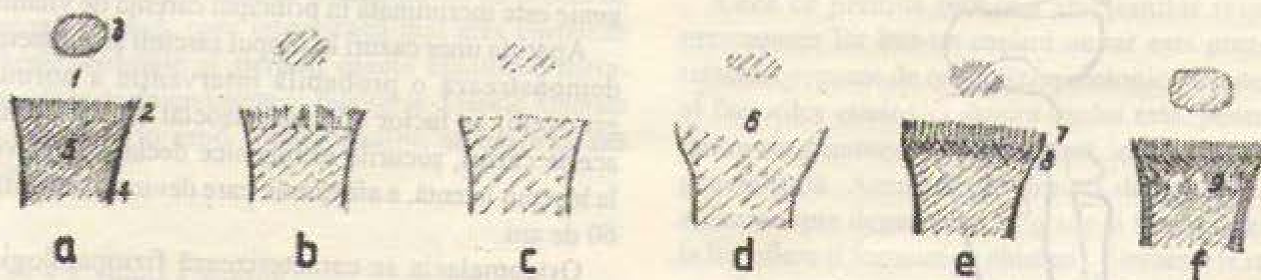


Fig.390. Reprezentare schematică a modificărilor produse de rahitismul precoce. a: normal; b,c,d: evoluţie (faza floridă); e: vindecare; f: recidivă. 1. cartilajul de creştere; 2.zona de calcificare provizorie; 3. nucleul epifizar; 4.compacta diafizară; 5. spongioasa metafizei; 6.zonă de ţesut osteoid; 7.zonă proaspătă de calcificare provizorie; 8.zona de osificare primitivă; 9.zonă de apariţie a recidivei lezionale.

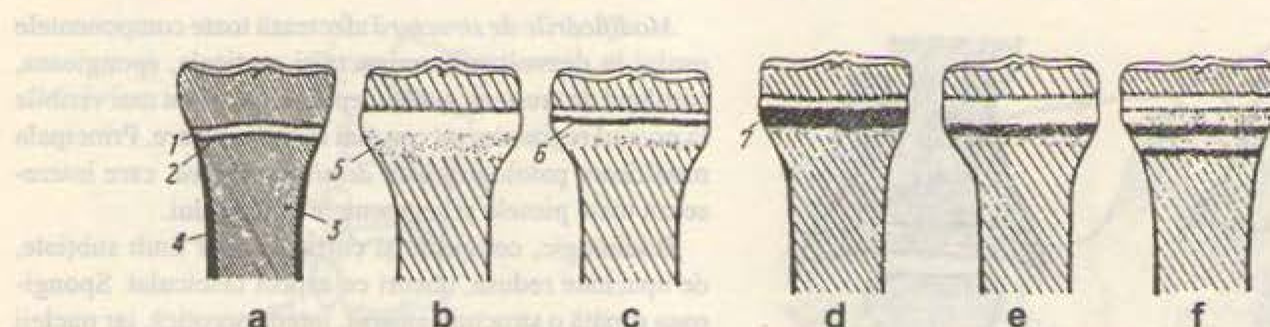


Fig.391. Reprezentare schematică a modificărilor produse de rahitismul tardiv. a: normal; b: evoluţie; c,d: vindecare; e: evoluţie; f: vindecare. 1. cartilajul de creştere; 2.zona de calcificare provizorie; 3. spongioasa metafizară; 4. compacta diafizară; 5.zonă de ţesut osteoid; 6.zonă proaspătă de calcificare provizorie; 7.zona de osificare primitivă.

In perioada de vindecare (după tratament), oasele se remineralizează relativ rapid, compacta, corticala şi nucleii epifizari căpătînd un aspect apropiat de normal (fig.389,b).

Vizibilizarea pe toată întinderea lui reală, datorată remineralizării, a nucleului de osificare epifizar (aparent de dimensiuni foarte mici în perioada floridă a rahitismului) dă impresia unei creşteri foarte rapide.

Zona de osificare primitivă apărută în cursul remisiunii poate rămîne aparentă un interval de timp lung în cursul dezvoltării osului, ca mărturie a evoluţiei anterioare a rahitismului, sub forma unei linii opace, situată la o oarecare distanţă de extremitatea diafizei şi paralelă cu cartilajul de creştere (fig.389,b).

10.7.1.2. *Rahitismul tardiv*, cu manifestare la pubertate, este în realitate o recidivă a rahitismului din prima copilărie.

Modificările de structură traduc în esenţă aceeaşi demineralizare intensă, vizibilă la nivelul spongioasei, corticalei şi compactei. Rezistenţa mecanică a oaselor scade, creînd posibilitatea apariţiei de fracturi la solicitări minore.

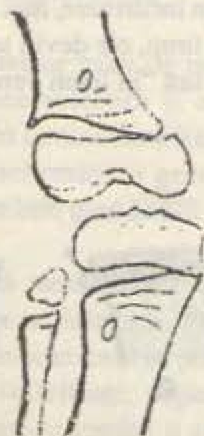


Fig.392. Rahitism tardiv. Schema comportării cartilajului de creştere în modificările de ax. O: benzi opace (vestigii ale osificării în perioadele de remisiune).

La nivelul cartilajului de creştere se produce din nou ştergerea conturului diafizar şi lărgirea imaginii transparente a cartilajului (fig.391,b), prin apoziţie de osteoid. Remisiunea postterapeutică realizează acelaşi aspect ca şi în cazul rahitismului precoce (fig.391,d).

După fiecare recidivă, zona de calcificare a cartilajului şi cea de osificare primitivă, incomplet rezorbite în cursul evoluţiei, persistă în imagine, realizînd opacităţi transversale, paralele cu cartilajul de conjugare (fig.391,f; fig.392).

Modiicările de formă constau în principal din încurbarea oaselor lungi şi turtirea unor oase plate (stern, oasele bazinului). Atunci cînd deformările prin încurbare sînt importante, în perioada de vindecare cartilajul de creştere se închide mai repede de partea convexităţii, mai puţin solicitată mecanic; de partea concavităţii, cartilajul rămîne deschis, permiţînd continuarea creşterii în lungime a osului, în timp ce apariţia de apoziţii endostale şi periostale consolidează mecanic regiunea respectivă (fig.392).

10.7.3. Osteomalacia

Este o afecţiune dismetabolică ce evoluează mai ales la femei care au depăşit virsta de 60 de ani; în etiopatogenie este incriminată în principal carenţa de vitamină D.

Apariţia unor cazuri în timpul sarcinii şi climacteriului demonstrează o probabilă intervenţie a hormonilor estrogeni, ca factor etiologic asociat sau chiar unic. In aceste cazuri, şocurile estrogenice declanşează evoluţia, la început latentă, a afecţiunii, care devine manifestă după 60 de ani.

Osteomalacia se caracterizează fiziopatologic prin demineralizarea intensă a scheletului, care eliberează matricea osoasă; aceasta evoluează spre ţesut osteoid, făcînd imposibilă refacerea unei structuri osoase normale.

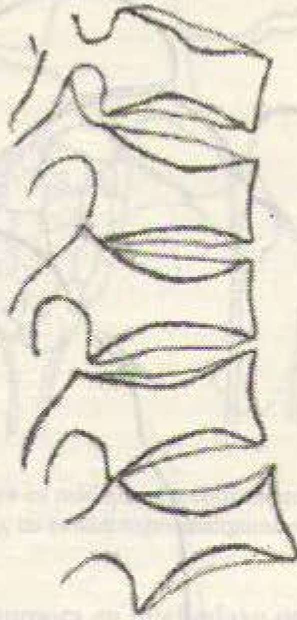


Fig.393. Osteomalacie (aspect caracteristic al vertebrelor).

Oasele demineralizate se deformează în grade şi aspecte diferite, fiind expuse cu uşurinţă fracturilor.

Radiologic, modificarea structurală esenţială este osteoporoza; modificările de formă afectează oasele lungi ale membrelor inferioare (care se încurbează), bazinul şi mai ales corpurile vertebrale, care capătă un aspect biconcav, reducîndu-şi înălţimea (fig.393).

10.8. Osteopatii discrinice (de natură endocrină)

10.8.1. Acromegalia

Hiperproducţia de hormon hipofizar somatotrop, apărută la adult în urma dezvoltării unui adenom eozinofil, se soldează la nivelul pieselor scheletului cu un proces de periostoză intensă, care interesează mai ales corpurile vertebrale, coastele şi sternul, oasele craniului, metacarpienele şi metatarsienele şi falangele. Oasele afectate se îngroaşă şi, în mod corespunzător, se deformează (fig.394).

10.8.2. Boala Cushing

Este determinată de evoluţia adenomului bazofil al hipofizei; produce la nivelul scheletului o demineralizare

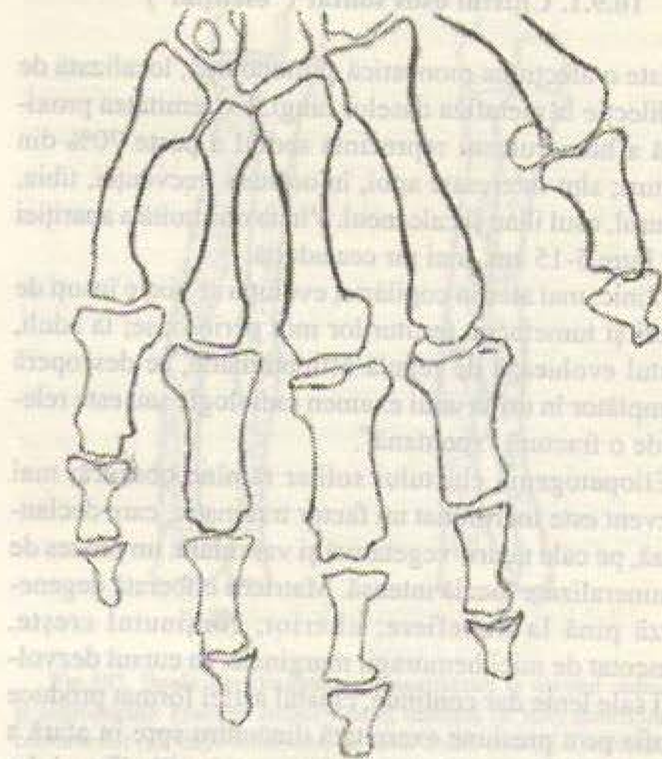


Fig.394. Acromegalie. Ingroşări şi deformări caracteristice ale oaselor mîinii, deosebit de exprimate la nivelul ultimelor falange.

difuză, care afectează mai ales corpurile vertebrale (ce pot suferi deformări prin turtire), coastele şi bazinul; oasele demineralizate suferă frecvent fracturi.

10.9. Osteodistrofiile

Cadrul nosologic al distrofiilor osoase este, probabil, cel mai discutat şi mai contestat din întreaga patologie a scheletului. El include afecţiuni variate ca etiologie (în multe situaţii insuficient elucidată) şi ca manifestare anatomo-radiologică (leziuni unice, multiple sau generalizate; alterări structurale de tipul osteolizei, osteosclerozei sau periostozei).

Ceea ce permite reunirea afecţiunilor respective şi prezentarea lor într-un capitol unitar este prezenţa unei trăsături comune de ordin fiziopatologic: răsunetul iniţial al factorilor etiologici asupra osului este, pentru oricare dintre ele, *demineralizarea* intensă, localizată, extinsă sau generalizată. Aceasta este urmată de evoluţia matricei eliberate spre degenerare, în grade şi forme diferite (pînă la lichefiere şi formare de chisturi). Elementele structurale care îşi păstrează sau capătă un potenţial osteogenic pot deveni, în unele forme, într-o etapă de evoluţie următoare, sediul unei hiperproducţii de ţesut osos, cu localizare endo- sau periostală.

10.9.1. Chistul osos solitar ("esenţial")

Este o afecţiune monostică şi monotopă, localizată de predilecţie la metafiza oaselor lungi. Extremitatea proximală a humerulusui reprezintă sediul a peste 70% din chisturi; sînt interesate apoi, în ordinea frecvenţei, tibia, femurul, osul iliac şi calcaneul. Vîrsta obişnuită a apariţiei este între 5-15 ani, mai rar cea adultă.

Clinic. mai ales în copilărie, evoluţia se poate însoţi de dureri şi tumefacţia ţesuturilor moi periosoase; la adult, chistul evoluează de regulă asimptomatic, se descoperă întîmplător în urma unui examen radiologic sau este relevat de o fractură "spontană".

Etiopatogenia chistului solitar rămîne obscură; mai frecvent este incriminat un factor traumatic, care declanşează, pe cale neuro-vegetativă şi vasculară, un proces de demineralizare locală intensă. Matricea eliberată degenerează pînă la lichefiere; ulterior, conţinutul creşte, alimentat de mici hemoragii marginale. In cursul dezvoltării sale lente dar continue, chistul astfel format produce atrofia prin presiune exercitată dinăuntru spre în afară a regiunii metafizare, care se deformează "suflînd" osul. La periferia chistului se observă prezenţa unui lizereu fin, format din ţesut conjunctiv (provenind din matrice demineralizată) şi din lamele osoase foarte subţiri, refulate prin presiunea conţinutului lichidian.

In absenţa hiperemiei, periostul vecin nu manifestă nici o reacţie.

Radiologic, chistul solitar apare ca o zonă transparentă omogena, de formă rotundă sau, în cazul chisturilor mari, ovalară, cu diametrul mare dispus paralel cu axul osului, sau, mai rar, polilobată. Sediul, la nivelul metafizei şi extremităţii diafizare vecine, poate fi central sau excentric. Dezvoltarea spre epifiză se opreşte întotdeauna la nivelul cartilajului de creştere, pe care nu-l depăşeşte, astfel încît epifiza rămîne indemnă.

Extremitatea situată spre diafiză este net delimitată faţă de canalul medular şi celelalte structuri ale osului printr-un lizereu opac fin, cu concavitatea spre chist. La nivelul formaţiunilor chistice de mari dimensiuni, corticala şi spongioasa de la periferia osului sînt mult subţiate, dar neîntrerupte; osul apare suflat în regiunea respectivă (fig.395). Cu excepţia cazurilor în care s-au produs fracturi, nu se constată periostoză de vecinătate.

Chisturile mari apar frecvent septate, datorită prezenţei unor lamele osoase de întindere şi grosime variabile (chisturi multiloculare) (fig.395). Originea acestor lamele este incertă: structuri iniţiale restante, proiecţii ale unor neregularităţi parietale sau neoformaţiuni osoase, apărute după organizarea unor cheaguri.



Fig.395. Chist osos multilocular al colului femural.

10.9.2 "Tumora" cu celule gigante (cu mieloplaxe, osteoclastomul)

Este o afecţiune monostică şi monotopă, întîlnită de obicei la pacienţi între 20-30 de ani; sexul feminin este interesat într-o proporţie de aproape 75% cazuri. Se localizează de regulă la nivelul epifizelor oaselor lungi (extremitatea proximală a tibiei, peroneului şi humerusului), mai rar la oasele craniene, bazin, vertebre şi alte oase.

In urma demineralizării localizate, declanşată de cauze necunoscute, ţesutul conjunctiv matricial capătă caractere proliferative, apărînd ca o masă moale, burjonantă, bogată în capilare sanguine, sursă a unor hemoragii repetate şi abundente. Ţesutul de granulaţie cuprinde numeroase celule gigante multinucleate, similare osteoclastelor sau megacariocitelor, *mieloplaxele*, care îşi au originea în fibroblaste sau celule endoteliale. Acestea fagocitează structurile devenite necrotice în urma hemoragiilor.

Proliferarea masei granulative înlocuieşte treptat ţesutul osos; ea se opreşte la nivelul cartilajului articular, care rămîne indemn. Corticala epifizară suferă însă atrofia prin presiune interioară, astfel că epifiza se lărgeşte, de obicei excentric, pe unul din contururile laterale.

Ţesutul de granulaţie al "tumorii", bogat vascularizat şi cuprinzînd numeroase elemente conjunctive, este potenţial osificabil, ceea ce explică apariţia în interiorul ei a unor travee osoase de grosime variabilă, cu dispoziţie neregulată, frecvent reticulară.

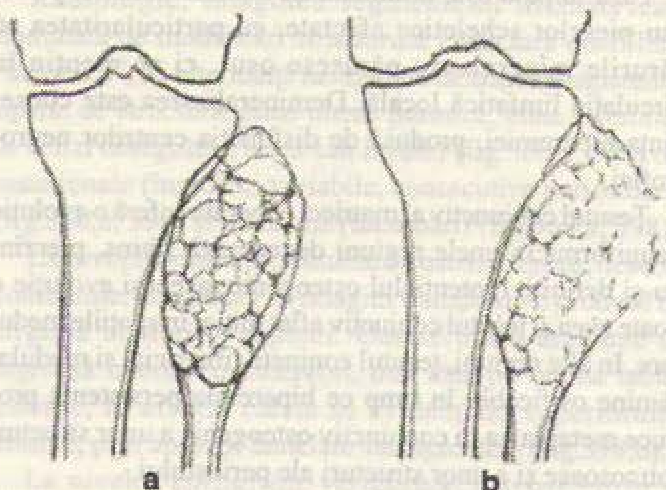


Fig.396. Tumoră cu mieloplaxe a epifizei proximale a peroneului (a), cu evoluţie spre malignizare (b).

Radiologic, tumora cu mieloplaxe produce o imagine de osteoliză, frecvent structurată de lamele osoase subţiri, cu dispoziţie areolară ("în fagure" sau "în bule de săpun") sau reticulară, care îi dau un aspect multilocular. Epifiza şi regiunea învecinată a osului sînt lărgite excentric; corticala şi compacta atrofiate îşi păstrează continuitatea contururilor (fig.396,a). Nu se observă periostoză de vecinătate.

Zona de osteoliză este net delimitată de ţesuturile normale osoase metafizare sau diafizare, printr-o linie curbă regulată sau uşor ondulată, în vecinătatea căreia se poate observa o bandă îngustă de scleroză.

In formele tipice, evoluţia este în general benignă; fracturile pe regiunea afectată a osului sînt rare. Creşterea dimensională se produce lent; la dimensiuni foarte mari, se pot produce fenomene compresive, care obligă la instituirea unui tratament chirurgical, radiologic sau cu citostatice.

Intr-o proporţie de cazuri care nu poate fi neglijată, apare la un moment dat o evoluţie spre malignizare (transformare într-o tumoră sarcomatoasă); de aceea, tumora cu mieloplaxe este considerată de unii ca "semimalignă". Momentul malignizării este marcat de creşterea dimensională bruscă, dar mai ales de întreruperea contururilor periferice (fig.396,b), care traduce invazia ţesuturilor moi sau articulaţiei.

10.9.3. Osteodistrofia fibrochistică generalizată (boala Recklinghausen)

Este o afecţiune generală a scheletului, datorată hiperproducţiei de hormon paratiroidian; aceasta determină o

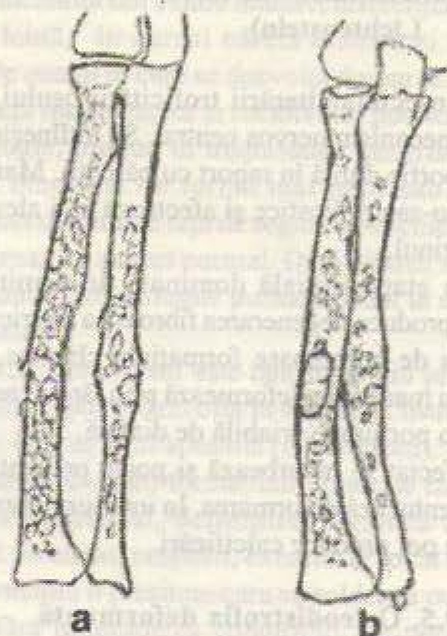


Fig.397. Boală Recklinghausen (manifestări la nivelul radiusului şi cubitusului). Fractura ambelor oase, marcată de mici denivelări ale contururilor (a); după tratament, pe locul fostei fracturi a radiusului se evidenţiază o formaţiune cu caracter chistic de mari dimensiuni,similară unei tumori cu mieloplaxe (b).

hiperemie intensă, urmată de demineralizarea oaselor şi eliminarea calciului din organism. Interesează mai frecvent femeile, vîrsta de elecţie fiind cuprinsă între 15-40 de ani.

Demineralizarea intensă a pieselor scheletice eliberează o cantitate importantă de ţesut matricial, care suferă o degenerescenţă fibroasă, soldată în unele regiuni cu lichefiere şi formare de pseudochisturi; în alte teritorii, osul este invadat de un ţesut de granulaţie similar celui observat în tumoarea cu mieloplaxe. Oasele lungi se deformează prin încurbare şi se fracturează cu uşurinţă.

Radiologic, în perioada iniţială se observă o demineralizare difuză a scheletului, cu porozarea intensă a spongioasei, subţierea şi fascicularea corticalei şi compactei; canalele mădulare apar lărgite.

Ulterior, pe fondul de demineralizare apar numeroase imagini de osteoliză, expresie a pseudochisturilor şi pseudotumorilor cu celule gigante.

Modificările sînt vizibile mai ales la nivelul oaselor lungi ale membrelor (fig.397).

La nivelul membrelor inferioare, oasele lungi se încurbează şi pot prezenta multiple traiecte de fractură sau imagini de calus slab mineralizat.

In cursul evoluţiei (mai ales sub tratament), se observă frecvent dispariţia unor imagini de osteoliză de dimensiuni mici, în timp ce apar altele noi; cele de dimensiuni mari nu dispar nici după tratamente îndelungate.

10.9.4.Osteodistrofia fibroasă localizată (Jaffé-Lichtenstein)

Este consecinţa alterării troficităţii osului, produsă printr-un mecanism nervos central. Se întîlneşte la femei într-o proporţie dublă în raport cu bărbaţii. Manifestările pot fi mono-sau poliostice şi afectează mai ales femurul, tibia şi bazinul.

După o etapă iniţială dominată de demineralizare intensă se produce degenerarea fibroasă a matricei, soldată cu apariţia de numeroase formaţiuni chistice, unele de dimensiuni mari, care deformează prin lărgire neuniformă epifiza şi o porţiune variabilă de diafiză.

Osul afectat se încurbează şi poate prezenta fracturi, care îi accentuează deformarea. In interiorul formaţiunilor chistice se pot produce calcificări.

10.9.5. Osteodistrofia deformantă (boala Paget)

Afecţiune cu evoluţie îndelungată, boala Paget debutează la vîrste tinere (uneori înainte de 20 de ani), dar devine manifestă clinic şi radiologic de obicei la 40-60 de ani;afectează în special bărbaţii. Poate fi monostică (interesînd mai ales tibia sau un corp vertebral), poliostică (cu localizare la craniu, vertebre şi oasele lungi ale membrelor inferioare), sau, mai rar, cvasi-generalizată.

Faza iniţială este dominată de demineralizarea piesei sau pieselor scheletice afectate, cu particularitatea că sărurile minerale nu părăsesc osul, ci se menţin în circulaţia limfatică locală. Demineralizarea este consecinţa hiperemiei, produsă de disfuncţia centrilor neurotrofici.

Ţesutul conjunctiv al matricei eliberate suferă o evoluţie neuniformă:în unele regiuni degenerază fibros, pierzîndu-şi definitiv potenţialul osteogenic; aceeaşi evoluţie o poate avea şi ţesutul conjuctiv aflat iniţial în spaţiile medulare. In alte regiuni, ţesutul conjuctiv matricial şi medular rămîne osificabil, în timp ce hiperemia persistentă produce metaplazia în conjunctiv osteogenic a unor structuri intraosoase şi a unor structuri ale periostului.

Intr-o etapă evolutivă următoare, structurile rămase sau devenite osificabile, avînd la dispoziţie un surplus calcic local, suferă un proces intens de osificare, deseori excesivă. Rezultă o structură neomogenă, "anarhică", a osului, în care teritorii fibrozate sau intens porotice alternează cu altele, osteosclerotice, cu o dispoziţie neregulată, insulară, în benzi sinuoase sau în reţea, realizînd un aspect destrămat, vătos. Dispoziţia traveelor prezente nu are o orientare funcţională, ci traduce doar posibilităţile de osteogeneză existente în structurile implicate.

Oasele afectate se deformează prin îngroşare (datorată periostozei) şi încurbare (prin reducerea rezistenţei mecanice); ele se fracturează cu relativă uşurinţă.

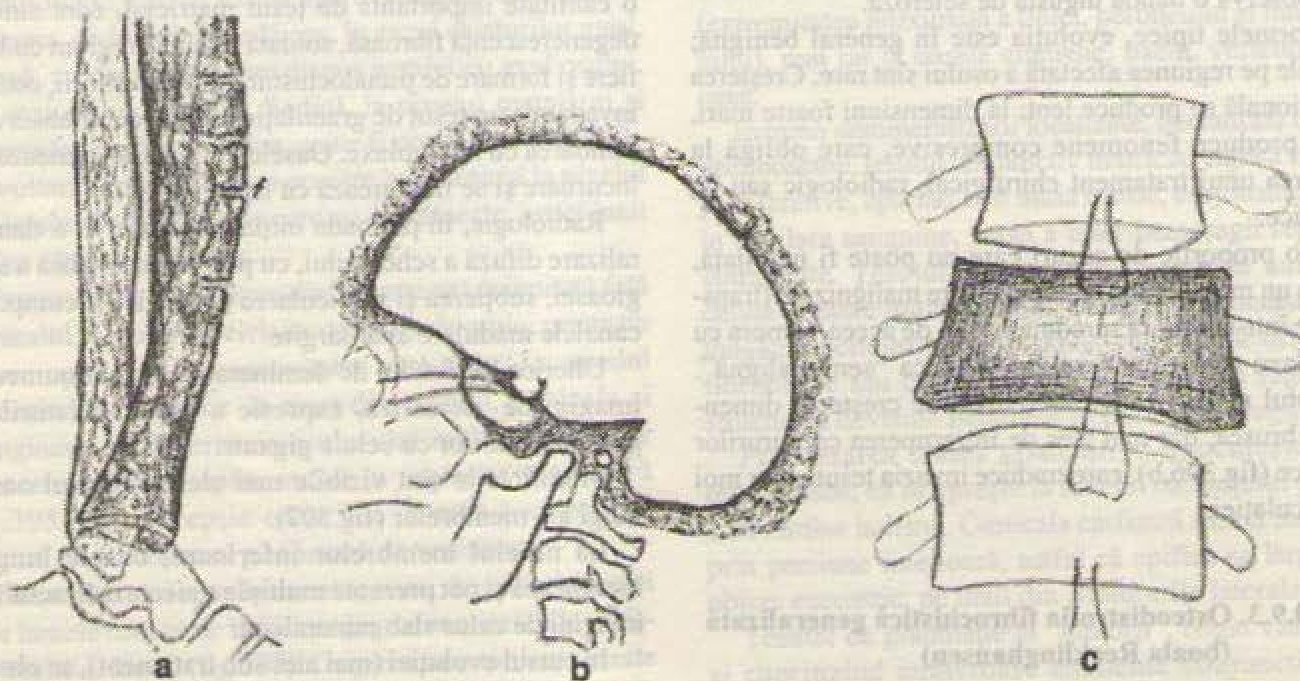


Fig.398. Modificări ale scheletului produse de boala Paget. a: la nivelul oaselor gambei, structură caracteristică, anarhică, încurbarea tibiei, îngroşarea diafizelor, multiple traiecte de fractură (f) ale compactei; b: la nivelul craniului, îngroşarea calotei pe seama tablei externe; structură caracteristică; c: la nivelul unui corp vertebral, aspect structural " în chenar ", cu lărgirea vertebrei.

Radiologic, imaginea segmentelor afectate este dominată de modificări *structurale* (structura distrofică, "anarhică", cu alternanţă neregulată de zone transparente, lipsite de structură, zone intens porotice, zone sclerotice în benzi neregulate, reţea sau insule) (fig.360,a; 398) dimensionale (îngroşări variabile, consecutive periostozei) (fig.360,a; 398) şi de formă (încurbări) (fig.360,a; 398).

La nivelul *craniului*, insulele de osteoscleroză, deseori confluente, alternează cu imagini transparente produse de lărgirea ochiurilor diploei. Oasele bolţii craniene se îngroaşă uneori considerabil, mai ales pe seama tablei externe, la nivelul căreia se evidenţiază o periostoză masivă, prin apoziţii lamelare sau spiculare (fig.398,b).

La nivelul *corpurilor vertebrale*, osteoscleroza şi periostoza periferică produc o condensare "în chenar" a structurii acestora. Mai rar, corpul vertebral este uniform sclerotic, căpătînd o structură de os compact. In toate cazurile, corpurile vertebrale afectate apar lărgite (fig.398,c).

Oasele lungi ale membrelor (mai ales tibia şi femurul) prezintă, pe lîngă alterările structurale caracteristice, îngroşări şi încurbări.

Bazinul suferă aceleaşi modificări structurale, cu predominanţa sclerozei, şi se deformează prin îngroşarea neuniformă a segmentelor sale.

Leziunile osoase Pagetice sunt susceptibile de malignizare, cu apariţia de tumori sarcomatoase.

10.10. Tumorile cu dezvoltare intraosoasă

La nivelul osului, considerat ca organ, se găsesc structuri multiple, alcătuite din elemente celulare şi ţesuturi de origine şi natură extrem de variată: osoase, cartilaginoase, conjunctive, vasculare, reticulo-endoteliale, hematopoietice, nervoase, etc. La acestea se adaugă incluziuni de ţesuturi embrionale aberante (epiteliale, odontoplastice, glandulare). Oricare din acestea pot produce, prin proliferare patologică, tumori cu caractere clinico-biologice variate. Osul constituie, de asemenea, sediul a numeroase determinări metastatice, create prin diseminare hematogenă, cu punct de plecare în diferite tumori maligne primare dezvoltate în organism.

10.10.1. Tumorile benigne

Sînt afecţiuni relativ rare (1-3% din totalul afecţiunilor osteo-articulare) şi constituie în general apanajul primelor 2-3 decade de viaţă. Se caracterizează biologic printr-o structură alcătuită din celule mature, diferenţiate, printr-o evoluţie lentă, în cursul căreia dislocă şi înlocuiesc elementele osului în care se dezvoltă dar nu le infiltrează, prin absenţa metastazelor şi recidivelor postterapeutice.

Radiologic, produc în majoritatea cazurilor zone de osteoliză omogenă de formă mai mult sau mai puţin regulată, net delimitate faţă de regiunile vecine ale osului, care păstrează un aspect normal. Dezvoltarea este în mod obişnuit lentă, dimensiunile putînd deveni la un moment dat staţionare.

10.10.1.1. *Condromul* este constituit din ţesut cartilaginos adult; se poate dezvolta la suprafaţa osului (eccondrom) sau în interiorul acestuia (encondrom).

Eccondroamele sînt formaţiuni tumorale rare, care se dezvoltă subperiostal, deformînd regiunea anatomică respectivă. In cursul creşterii, exercită la locul de inserţie asupra corticalei o presiune care se soldează cu subţierea acesteia, fără întreruperea conturului. La periferie, sînt delimitate faţă de ţesuturile moi vecine printr-un lizereu opac fin, similar unei corticale foarte subţiri (fig.365).

Encondroamele (condromele centrale) afectează în peste jumătate din cazuri oasele tubulare mici ale mîinii şi piciorului, mai ales falangele, localizîndu-se de predilecţie în metafize şi porţiunile vecine ale canalului medular. Alte sedii posibile sînt reprezentate de oase tubulare lungi, coaste, clavicule, stern, mandibulă, vertebre, oasele bazinului.

Prezenţa condroamelor multiple, care afectează variate şi numeroase segmente scheletice, uneori cu dispoziţie sistematizată, este apanajul *condromatozelor*, afecţiuni constituţionale, aşa cum este, de exemplu, boala Ollier.

Din punct de vedere clinic, cu excepţia formelor voluminoase care pot produce deformarea regiunii, encondroamele rămîn de obicei asimptomatice; prezenţa lor poate fi relevată ocazional de apariţia unei fracturi.

Din punct de vedere radiologic, encondroamele se caracterizează prin imagini transparente, lipsite de structură, de formă rotundă sau ovalară, net delimitate faţă de ţesuturile osoase vecine, dispuse în axul osului, mai rar excentric (fig.365).

După o evoluţie mai lungă, pe aria de proiecţie a encondromului (ca de altfel şi pe cea a eccondroamelor) pot apare opacităţi intense neregulate, expresie a calcificărilor (fig.365).

Dezvoltarea spre periferia osului produce atrofia prin presiune a corticalei sau compactei, urmată de deformarea lui prin suflare.

Mai ales în localizările pe oasele lungi şi bazin (întîlnite în condromatoze) este posibilă evoluţia spre malignizare. Aceasta este marcată de apariţia durerilor, întreruperea

corticalei sau spongioasei, reacția periostului și invazia țesuturilor moi periosoase. Aspectul radiologic de ansamblu devine similar celui al condrosarcomului.

Evoluția obișnuită este însă lent progresivă, cu stabilizarea creșterii la un moment dat și dezvoltarea procesului de calcificare.

10.10.1.2. *Osteocondromul.* Formele voluminoase ale exostozelor, atunci cînd sînt unice sau în număr redus, sînt considerate de unii ca formațiuni tumorale și etichetate *osteocondroame*. Impresia de creștere tumorală este creată de faptul că formațiunile exostozante au inițial o structură cartilaginoasă și sînt incomplet vizibil radiologic. In tiparul cartilaginos apare ulterior un proces de osificare normală, a cărui progresiune simulează creșterea formațiunii.

Osteocondroamele solitare sau multiple (ca în cazul bolii Ombrédanne) se prezintă după terminarea procesului de osificare ca excrescențe pediculate sau sesile ale pieselor scheletice, cu structură de os spongios normal, delimitate la periferie de un strat subțire de corticală; conturul aceseia se continuă cu cel al compactei sau corticalei osului interesat (fig.364).

Evoluția osteocondromelor este lentă; ea încetează odată cu perioada de creștere a scheletului. Malignizarea, posibilă mai ales în cazul exostozelor multiple, se traduce radiologic prin ștergerea structurii spongioasei interne, întreruperea conturului și, uneori, apariția de calcificări în țesuturile moi vecine.

10.10.1.3. *Fibromul.* Formațiune tumorală benignă de obicei unică, fibromul cu dezvoltare intraosoasă prezintă de obicei o structură mixtă, fibro-muco-condroidă. Sediul obișnuit este reprezentat de osul frontal și de mandibulă, mai rar de metafizele oaselor lungi ale membrelor inferioare și de coaste.

Radiologic, crează zone de osteoliză rotunde sau ovalare, uneori multiloculate, marcate frecvent de un lizereu fin de osteoscleroză, care subliniază netitatea contururilor (fig.399). Dezvoltarea marginală poate produce atrofierea și denivelarea corticalei. In unele cazuri, pe aria lui de proiecție se pot observa mici calcificări. Anumite variante prezintă o tendință pronunțată către osificare (fibromul osificant).

10.10.1.4. *Osteomul.* Tumoare benignă rară, formată din țesut osos matur, osteomul se dezvoltă la tineri între 15-25 de ani și afectează de predilecție oasele masivului facial (regiunea etmoido-frontală, orbita) și cele ale bolții craniene.

Clinic, osteoamele mici sînt asimptomatice; cele de dimensiuni mari pot produce fenomene de compresie, deformînd oasele vecine și deplasînd organele înconjurătoare.



Fig.399. Fibrom neosificant al femurului.

Din punct de vedere anatomo-radiologic, se disting osteoame *compacte* și *spongioase*. Primele produc opacități omogene, lipsite de structură, de formă rotundă sau ovalară, cu contururi nete (fig.400,a). La nivelul oaselor vecine se pot evidenția semne de atrofie prin presiune.

Osteoamele spongioase sînt foarte rare, observîndu-se mai ales la copii; prezintă contururi mai puțin precise și o structură caracteristică de os spongios normal.

10.10.1.5. *Osteomul osteoid* (Jaffé) este o tumoare de obicei solitară, mai rar politopă sau poliostică, dezvoltată în marea majoritate a cazurilor pînă la vîrsta de 25-30 de ani, afectînd mai ales sexul masculin. Sediul obișnuit este compacta oaselor lungi ale membrelor inferioare (în vecinătatea genunchiului).

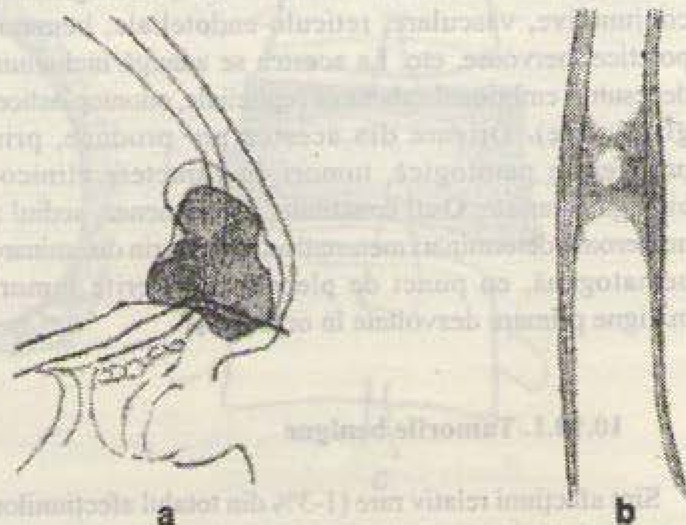


Fig.400. a: osteom compact al sinusului frontal; b: osteom osteoid al diafizei femurului.

Tumora este constituită din ţesut conjunctiv tînăr, similar celui al matricei osoase necalcificate; aceasta formează "nidusul" (cuibul) tumorii. Acesta se înconjoară curînd de o zonă de osteoscleroză reactivă şi determină, la periferia regiunii diafizare în care este situat, o periostoză circumscrisă lamelară.

Clinic, tumora poate fi total asimptomatică; mai frecvent, produce însă dureri locale cu manifestare nocturnă.

Radiologic, nidusul tumoral se traduce printr-o zonă de osteoliză rotundă sau ovalară, cu diametru de cîţiva milimetri (rar peste 1 cm), dispusă în compacta diafizară sau în ţesutul spongios al metafizei. Această zonă este înconjurată de un inel de osteoscleroză, de lărgime variabilă (fig.400,b).

Mai ales în localizările (rare) pe oase scurte şi plate, în interiorul zonei de liză se pot observa calcificări.

Periostoza, slab vizibilă iniţial, se dezvoltă treptat, devenind, în localizările diafizare, uneori foarte importantă. Ea poate acoperi imaginea nidusului şi poate duce la îngroşarea circumscrisă a osului (fig.400,b).

In cazul dezvoltări spre extremitatea unui os lung, suprafaţa articulată vecină poate fi alterată.

10.10.1.6. *Hemangiomul intraosos* se formează prin proliferarea anormală a capilarelor şi arteriolelor din ţesutul medular sau din periost, care crează o masă cu structură buretoasă, plină de cavităţi cu conţinut sanguin. Se dezvoltă în prima copilărie, recunoscînd perioade de creştere activă, mai ales la pubertate, ce alternează cu etape de stagnare a evoluţiei.

Clinic, poate rămîne asimptomatic; în perioadele de evoluţie poate produce însă dureri, în parte consecutive fenomenelor compresive create de creşterea dimensională a segmentului osos afectat. Alteori, mai ales la persoane vîrstnice, durerile sînt urmarea unor fracturi.

Localizarea de elecţie a hemangioanelor este reprezentată de corpurile vertebrale şi unele oase plate (omoplat, oasele boltei craniene).

Radiologic, hemangionul intraosos se traduce prin modificări de *structură* şi de *formă* ale pieselor scheletice.

Spongioasa capătă un aspect pronunţat porotic, cu ochiuri transparente foarte largi. Traveele care delimitează aceste ochiuri devin rare şi subţiri, cu excepţia celor care preiau liniile de forţă şi care se îngroaşă considerabil. La nivelul corpurilor vertebrale, aceste travee au o orientare verticală, delimitînd zone transparente dispuse de asemenea vertical (fig.401); la nivelul omoplatului şi oaselor craniene orientarea lor este radiară.

Modificările de formă constau mai ales din mărirea de volum a osului interesat, bine vizibilă la nivelul corpurilor vertebrale, care se lărgeşte şi capătă contururi convexe (fig.401); mai rar, prăbuşirea vertebrei se soldează cu reducerea ei în înălţime.

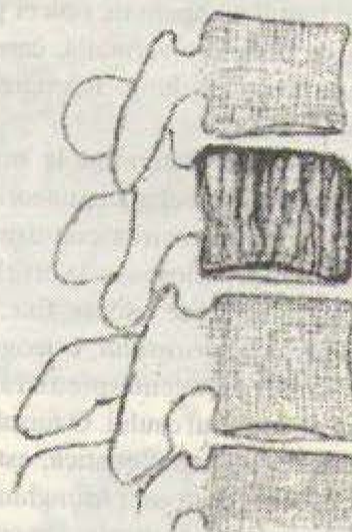


Fig.401. Hemangion de corp vertebral.

In urma hemoragiilor difuzate în afara corpului vertebral, se poate constitui în ţesuturile moi înconjurătoare o imagine opacă fuziformă ("fus paravertebral").

10.10.2. Tumorile maligne primare ale osului.

Tumorile maligne primare ale oaselor sînt mult mai frecvente decît cele benigne, dar mai rare decît cele metastatice.

Clinic, aceste tumori se caracterizează printr-o evoluţie rapidă, iar anatomo-patologic prin delimitarea imprecisă faţă de vecinătate, pe care o infiltrează şi o invadează. Structura lor histologică este constituită din ţesuturi tinere, cu celule ce prezintă numeroase atipii şi mitoze. Dintre trăsăturile biologice, sînt de reţinut tendinţa de metastazare, mai ales pe cale hematogenă, de recidivă postterapeutică şi un grad variabil de radiosensibilitate.

Radiologic ele crează un remarcabil polimorfism de manifestări, care, apreciate fiecare în parte, sînt foarte rar caracteristice. De aceea, diagnosticul radiologic se bazează mai ales pe contextul modificărilor prezente şi îşi găseşte un sprijin esenţial în manifestările clinico-biologice.

Principalele manifestări radiologice elementare create de tumorile maligne primare sînt reprezentate de osteoliză, osteoscleroză şi periostoză.

Osteoliza malignă se caracterizează prin formă neregulată, contururi şterse, întreruperea corticalei şi compactei, cu dislocarea şi împingerea în afară a unor

fragmente ale acesteia (în localizările periferice); de asemenea, prin faptul că apare de obicei pe fondul unei demineralizări de întindere variabilă, care o precede cu un interval de timp uneori lung. Formarea de sechestre este excepţională.

Osteogeneza malignă determină la nivelul ţesutului osos insule de scleroză neregulate, uneori confluente pe întinderi mari. După depăşirea contururilor osului şi invazia ţesuturilor moi periosoase, la nivelul acestora pot apare calcificări sau travee osoase fine, cu dispoziţie neregulată. La nivelul *periostului*, osteogeneza este mai rar lamelară şi mai frecvent spiculară, cu orientare perpendiculară pe conturul osului. O formă particulară de periostoză, considerată caracteristică, este formarea de mici structuri osoase, de formă triunghiulară, la nivelul punctelor de întrerupere a corticalei sau compactei, acolo unde masa tumorală decolează periostul de pe os (triunghiurile Codman).

In cadrul condiţiilor clinico-biologice, un element orientativ important pentru diagnosticul unei leziuni osoase suspecte de tumoare malignă îl reprezintă vîrsta pacientului. In primul an de viaţă se dezvoltă aproape în exclusivitate neuroblastoamele; după 10 ani, pe primul plan se situează reticulosarcomul Ewing şi osteosarcomul. In decada 3-a apar mai frecvent reticulosarcoamele iar în cea de a 4-a se dezvoltă, în ordinea frecvenţei, fibrosarcomul, condrosarcomul, sarcomul parostal. După 45 de ani, majoritatea tumorilor maligne intraosoase sînt metastaze; urmează apoi mielomul şi reticulosarcomul.

10.10.2.1. *Osteosarcomul.* Cea mai frecventă tumoare malignă a osului (după mielomul multiplu), osteosarcomul ia naştere prin degenerarea ţesutului conjunctiv nediferenţiat din cavităţile osului sau din matricea eliberată de conţinutul mineral printr-un proces hiperemic local. Cea mai importantă proporţie a osteosarcoamelor (peste 80%) apare între 10 şi 30 de ani; după 40 de ani, tumoarea este consecutivă unei afecţiuni preexistente (mai ales boala Paget). Interesează mai frecvent metafizele vecine cu genunchiul ale femurului şi tibiei; urmează, în ordinea frecvenţei, humerusul, peroneul, oasele bazinului şi piciorului, sternul. Potrivit leziunii elementare predominante, osteosarcomul recunoaşte o formă *osteolitică* şi una *osteogenică*.

Sarcomul osteolitic se manifestă topografic într-o variantă *centrală* şi una *periferică*. Această diviziune are în vedere sediul leziunii iniţiale, *osteoliza*, care devine aparentă radiologic cînd depăşeşte un diametru de 1 cm; ea poate apare pe un teritoriu al osului cu structura nemodificată sau demineralizată.

In varianta centrală, zona de osteoliză creşte treptat în dimensiuni, adesea prin confluarea de focare multiple, de aceaşi natură, apărute succesiv. Ea capătă o formă neregulată şi contururi şterse; atingînd periferia osului, întrerupe corticala sau compacta, înpingînd în afară fragmente din acestea, care ulterior dispar complet (fig.402,b). Extensia spre articulaţie duce la ştergerea corticalei articulare iar după distrugerea cartilajului, la apariţia hidrartrozei.

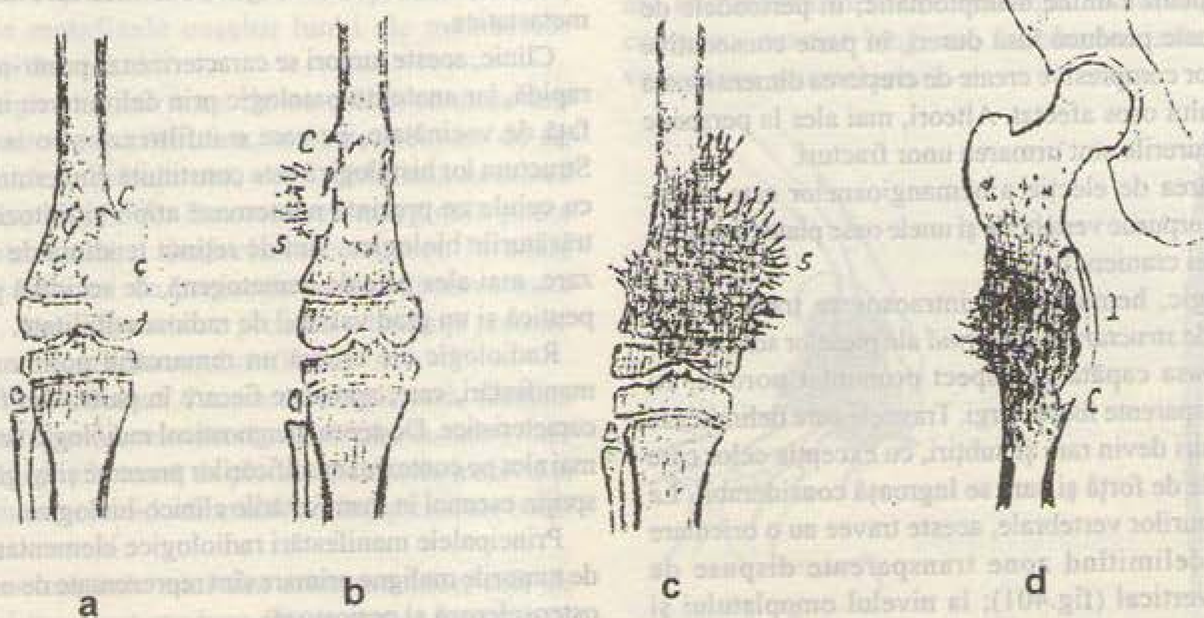


Fig.402. Forme şi variante ale osteosarcomului. a: sarcom osteolitic, varianta periferică, b: sarcom osteolitic, varianta centrală, c: sarcom osteogenic, varianta metafizară, d: sarcom osteogenic, varianta diafizară, C: triunghiuri Codman; c: calcificări în ţesuturile periosase; s: periostoză spiculară; l: periostoză lamelară.

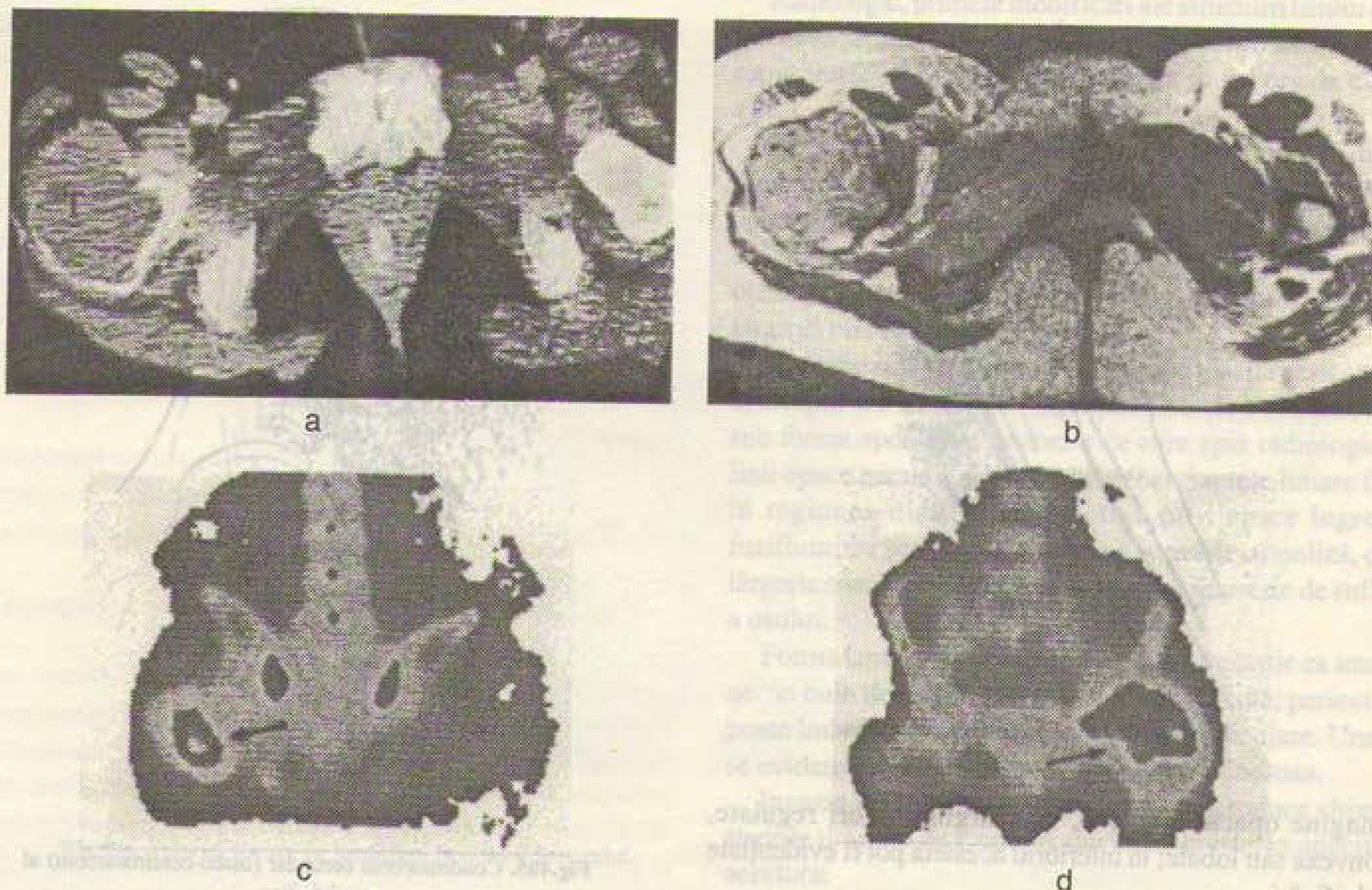


Fig.403. Osteosarcom osteolitic al trohanterului femurului drept. a: imagine CT (T: masa tumorală care întrerupe conturul osos şi invadează ţesuturile vecine); b: secţiune transversală RM la acelaş nivel; c şi d: imagini scintigrafice, anterioară, respectiv posterioară (tumoarea indicată prin săgeţi).

Periostul vecin reacţionează printr-o osteogeneză discontinuă, de tipul spiculilor, iar la locul în care compacta începe să fie întreruptă apar triunghiuri Codman (fig. 402,b). După distrugerea compactei sau corticalei, invazia ţesuturilor moi se traduce radiologic prin accentuarea opacităţii acestora.

Varianta periferică produce defecte osoase marginale uneori importante şi invazia timpurie a ţesuturilor moi; în zonele de infiltraţie periosoasă pot fi observate opacităţi calcare fine, cu traiect neregulat (fig.402,a). Manifestările periostozei, cu excepţia triunghirilor Codman, sunt de obicei absente.

Examenul arteriografic evidenţiază o sporire marcată a vascularizaţiei la nivelul masei tumorale, devieri şi sinuozităţi, ca şi dilataţii ale arterelor, uneori formare de lacuri sanguine. Aceste modificări sunt de regulă mai exprimate decît în cazul sarcomului osteogenic.

Investigarea CT şi IRM este deosebit de utilă în precizarea dimensiunilor reale ale tumorii şi rapoartelor ei cu formaţiunile anatomice vecine (fig.403 a, b).

Pe scintigrafia cu techneţiu 99m, sarcomul osteolitic produce zone de hiperfixaţie mai mult sau mai puţin omogene, de obicei mai întinse decît leziunea radiologică (fig. 403 c, d).

Sarcomul osteogenic este varianta histologică în care la nivelul ţesutului tumoral, dezvoltat înăuntrul şi în afara osului, domină procese osteoformatoare.

Dezvoltarea metafizară *centrală* produce zone insulare de condensare intensă a spongioasei care confluează, realizînd regiuni largi de os compact, cu structură omogenă şi limite neregulate, imprecise. Odată cu creşterea tumorii, regiunea afectată se lărgeşte, iar la periferia ei apare o reacţie periostală spiculară (fig.402,c), urmată de invazia ţesuturilor moi, care devin intens opace, conţinînd formaţiuni osoase dense, neregulate.

In localizarea periferică, se evidenţiază iniţial creşterea intensităţii structurii osoase subperiostale. Apoi tumoarea se dezvoltă în jurul difizei, pe care o înconjoară sub formă de spiculi radiari sau de lamele osoase (fig.402,d). Prin extensie la ţesuturile moi vecine, tumoarea creează o



Fig.404. Sarcom parostal al cubitusului.

imagine opacă omogenă, cu margini uneori regulate, convexe sau lobate; în interiorul acesteia pot fi evidenţiate calcificări.

Osteosarcoamele sînt tumori radiorezistente; în ciuda progreselor obţinute prin asocierea chimioterapiei cu citostatice cu chirurgia de exereză largă, prognosticul rămîne foarte rezervat, iar supravieţuirile la 3 ani se obţin într-o proporţie limitată de cazuri.

Recidivele, ca şi metastazele în plămîni şi restul scheletului sunt frecvente.

10.10.2.2. *Sarcomul osteogenic parostal* este o tumoare osteoformatoare atipică şi rară, cu evoluţie lentă şi prognostic relativ favorabil. Afectează cu frecvenţă egală ambele sexe şi are incidenţa maximă în decadele a 3-a şi a 4-a. Tumoarea se dezvoltă în afara osului, din periost, tinzînd să-l înconjoare.

Aspectul radiologic este destul de caracteristic:masa tumorală produce o opacitate intensă, omogenă, cu contururi convexe sau lobulate, situată în vecinătatea apropiată a unui os (fig.404). La dimensiuni mari, tinde să înconjoare osul, dar rămîne întotdeauna separată de compacta sau corticala vecină printr-o bandă transparentă, cu lărgimea de 1-3 mm. In interiorul opacităţii pot fi evidenţiate mici zone transparente, traducînd prezenţa de insule cartilaginoase sau fibroase.

Reacţia periostală lipseşte iar corticala sau compacta din vecinătate rămîn o lungă perioadă de evoluţie nemodificate.

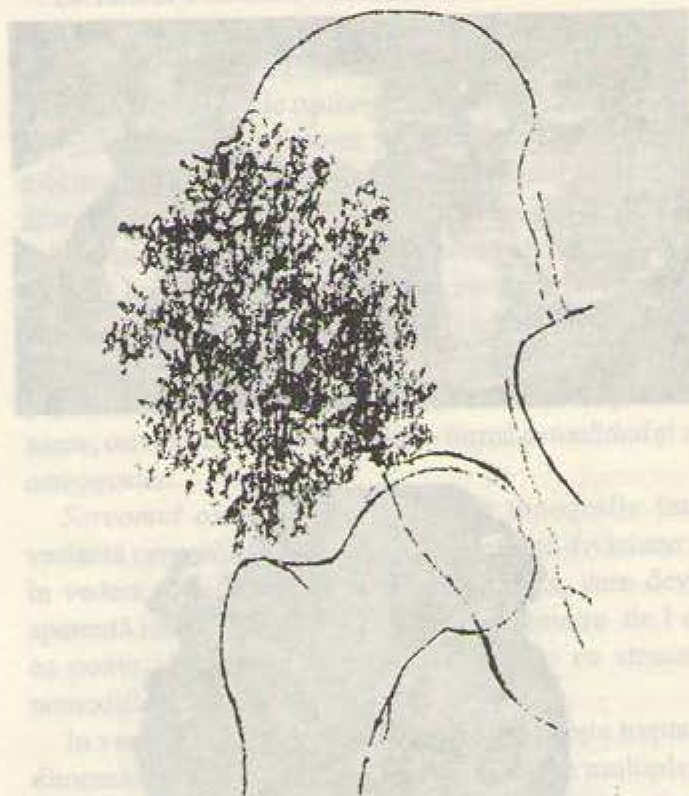


Fig.405. Condrosarcom secundar (osteo-condrosarcom) al osului iliac.

Dezvoltarea tumorii este în general lentă iar gradul de malignitate relativ scăzut. Supravieţuirile la 5 ani sînt destul de frecvente.

10.10.2.3. *Sarcomul condroblastic* (condrosarcomul). Apărut la persoane relativ tinere, condrosarcomul provine din proliferarea condroblastelor, celule cartilaginoase imature.

Un număr relativ important de sarcoame condroblastice provine din degenerarea malignă a condroamelor solitare sau a unor formaţiuni tumorale proprii condromatozelor.

In literatura de specialitate s-a creat o oarecare confuzie în legătură cu definirea sarcoamelor de origine cartilaginoasă.

a) Sarcomul condroblastic descris de Geschikter şi Copeland îşi are originea în condroblastele cartilajelor de conjugare; se localizează la nivelul epifizelor oaselor lungi (mai ales ale membrelor inferioare) şi apar ca tumori centrale care, prin creştere, deformează regiunea. Structura osului este păstrată, dar intens demineralizată. In jurul epifizei afectate se constată o masă opacă, reprezentînd ţesut tumoral cu conţinut calcic abundent, dar fără structurile obişnuite produse de calcificări şi fără elemente osoase.

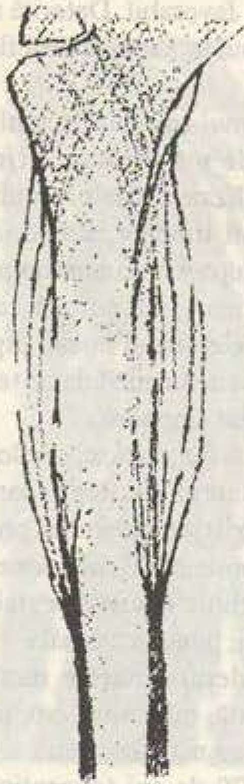


Fig.406. Tumoră Ewing cu localizare la nivelul femurului.

b) Condrosarcomul primitiv al adolescentului (Leclerc) se aseamănă ca manifestare anatomo-radiologică cu sarcomul osteogenic, dar cuprinde în loc de osteoblaste, condroblaşti.

c) Forma cea mai comună, condrosarcomul secundar, se dezvoltă pe un condrom preexistent şi se întîlneşte la adult. Examenul histologic evidenţiază frecvent, alături de condroblaşti, şi osteoblaste, de unde denumirea de *osteo-condrosarcom*.

Acesta din urmă creează mase tumorale exuberante care, în cazul unui os lung, înconjoară de obicei epifiza, ştergînd în mare măsură contururile corticalei, articulaţia şi extremitatea osului vecin. Pe aria de proiecţie a tumorii apar structuri calcare neregulate, intens opace, şi travee osoase cu orientare anarhică.

10.10.2.4. *Endotolio-reticulosarcomul Ewing* provine din elemente reticulo-endoteliale ale măduvei hematopoietice. Este o tumoră care afectează primele două decade de vîrstă, mai frecvent sexul masculin; sediul de elecţie îl reprezintă diafiza oaselor lungi ale membrelor (femurul, tibia, peroneul, humerusul), mai rar celelalte oase ale extremităţilor, craniul şi vertebrele.

Debutul clinic poate fi brusc, cu febră, tumefacţie roşie şi durere locală, sugerînd un proces inflamator.

Radiologic, primele modificări ale structurii osului apar la cîteva săptămîni de la debutul clinic şi evoluează foarte rapid, imaginea putîndu-se modifica în decurs de cîteva zile.

La nivelul compactei diafizare şi spongioasei metafizare se produce o demineralizare difuză, pe fondul căreia apar curînd mici zone de osteoliză, ce conferă regiunii un aspect neomogen; extinderea şi confluarea acestor zone crează defecte întinse, iar la nivelul canalului medular lărgirea circumscrisă acestuia.

Aproape simultan se poate evidenţia reacţia periostului, la început sub forma unei îngroşări discrete a diafizei, apoi sub forma apoziţiilor concentrice care apar radiologic ca linii opace paralele, separate prin transparenţe liniare fine. în regiunea diafizară respectivă osul apare îngroşat fuziform, iar prezenţa simultană a zonei de osteoliză, care lărgeşte canalul medular, crează o falsă impresie de suflare a osului.

Forma lamelară a periostozei (descrisă plastic ca imagine "in bulb de ceapă") nu este singura întîlnită; periostoza poate îmbrăca şi aspecte neregulate sau spiculare. Uneori se evidenţiază si prezenţa de triunghiuri Codman.

Invazia ţesuturilor moi periosoase se produce chiar în stadiile timpurii de evoluţie, ducînd la creşterea opacităţii acestora.

Dezvoltarea tumorii se soldează cu distrucţia unor porţiuni importante din os ; ea se produce mai frecvent în direcţia axului osului şi poate conduce la apariţia de fracturi. In cursul vindecării acestora pot apare şi zone osteosclerotice.

In pofida imaginii clasice, aproape patagnomonice, cu care este prezentat de obicei in literatură sarcomul Ewing, există numeroase cazuri în care singura modificare evidenţiabilă este osteoliza; aceasta rămîne de fapt leziunea fundamentală pe care o produce tumora.

Sarcomul Ewing este cea mai radiosensibilă tumoră a osului; de aceea radioterapia reprezintă una dintre cele mai eficiente proceduri utilizate în tratamentul lui.

10.10.2.5. *Reticulosarcomul adultului* (Parker-Jackson) se dezvoltă din elemente ale ţesutului reticulo-endotelial medular, afectînd mai ales bărbaţii între 30-50 de ani (uneori şi persoane mai vîrstnice). Sediul de elecţie este reprezentat de regiunile metafizo-epifiziare ale oaselor lungi (mai ales la nivelul membrelor inferioare); pot fi însă afectate şi unele oase plate, ca sternul, craniul sau bazinul.

Se manifestă clinic prin dureri apărute mai ales în timpul mişcărilor, iar radiologic prin zone de osteoliză uneori întinse, străbătute de lamele osoase de intensitate normală sau sclerotice, cu dispoziţie neregulată, realizînd uneori o reţea cu ochiuri de lărgime variabilă. Periostoza



Fig.407. Reticulosarcom jacksonian al femurului (a); acelaşi caz după iradierea terapeutică (b).

este discretă, iar îngroşarea osului se produce neregulat. In ţesuturile moi vecine masa tumorală invazivă crează o imagine opacă vizibilă, dar puţin intensă.

Evoluţia tumorii este lentă, metastazele sînt rare, iar prognosticul relativ favorabil. Datorită radiosensibilităţii sale, reticulosarcomul jacksonian beneficiază de iradierea terapeutică.

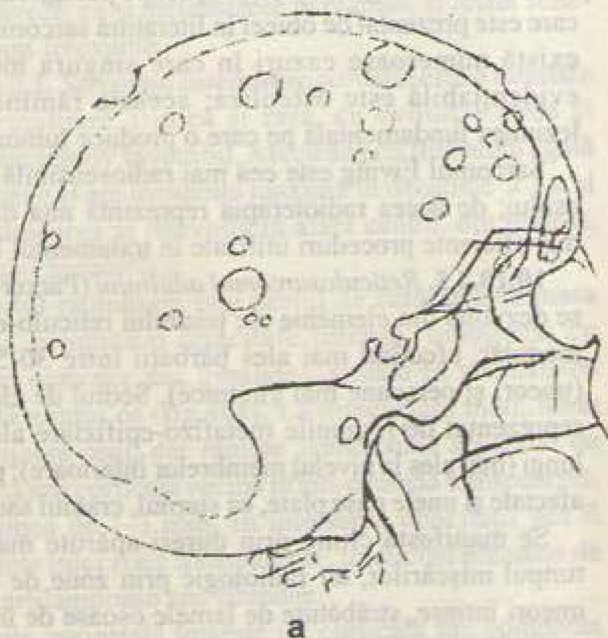
10.10.2.6. *Mielomul* (plasmocitomul). Caracterizat în formele comune de manifestare prin leziuni osoase multiple sau generalizate ("mielom multiplu"), mielomul a fost încadrat mult timp în categoria afecţiunilor de sistem; în prezent, după majoritatea opiniilor, se consideră o tumoare monostică şi monotopă care metastazează curînd în restul scheletului şi în alte organe. Provine din proliferarea plasmocitelor medulare; termenii "mielom" şi "plasmocitom" sînt sinonimi.

In afara modificărilor osoase, mielomul se însoţeşte, de regulă, de un sindrom biologic particular, în cadrul căruia sînt caracteristice creşterea protidelor serice şi apariţia în urină a proteinei Bence-Jones.

Examenul paraclinic decisiv în stabilirea diagnosticului este, de obicei, puncţia sternală.

Luînd în considerare marele număr de cazuri cu simptomologie frustă, mielomul este probabil tumoarea malignă primară cea mai frecventă a osului; afectează persoane între 40-70 de ani (excepţional sub vîrsta de 30 de ani). Localizarea de predilecţie corespunde oaselor şi regiunilor osoase care conţin măduvă roşie: craniul, bazinul, vertebrele, coastele, mandibula; în stadiile avansate pot fi afectate şi extremităţile oaselor lungi ale membrelor, mai rar diafizele.

In formele obişnuite, mielomul se caracterizează radiologic prin zone multiple de osteoliză, de formă



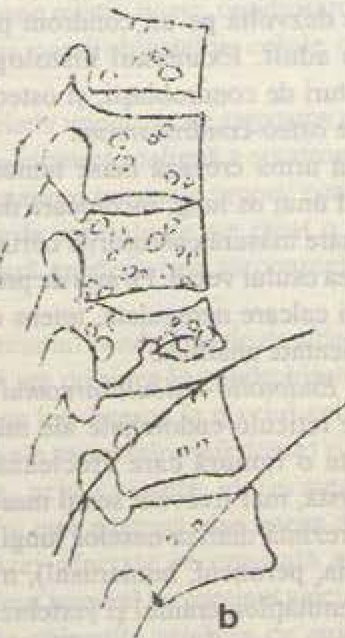


Fig.408. Mielom multiplu ; manifestări la nivelul craniului (a) şi coloanei vertebrale (b).

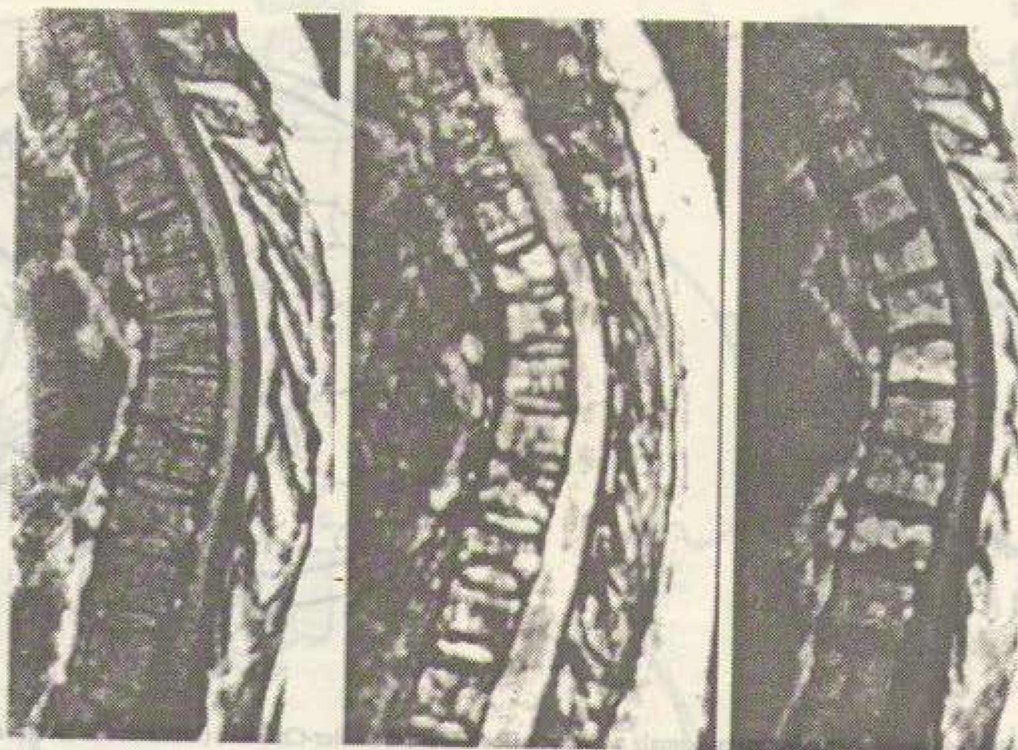


Fig.409. Imagini RM într-o localizare vertebrală simptomatică a mielomului multiplu. a: regenerare prin inversie a semnalului (T1 "întărit"); dispariţie totală a măduvei grăsoase, înlocuită prin proliferarea plasmocitară. b: ecou de spin; semnal hiperintens, difuz neomogen, prin întreaga coloană. c: regenerarea prin inversie, după administrare de gadolinium.

regulată, rotundă, sau ovalară, cu diametrul variind între 2-3 mm şi 1-2 cm. Imaginile de transparenţă crescută sînt omogene, foarte net delimitate şi se situează în ţesut osos cu structură normală; localizările periferice nu se însoţesc de reacţii periostale. Caracteristică este apariţia, în intervale de timp relativ scurte, a noi focare osteolitice, pe teritorii anterior indemne, în timp ce focarele preexistente cresc vizibil dimensional.

La nivelul craniului sînt afectate mai ales frontalul şi parietalele; conturul tablei externe poate apare întrerupt (fig.408,a). La persoane foarte tinere, zonele osteolitice pot prezenta dimensiuni foarte mici şi contururi şterse, realizînd uneori un aspect areolar care simulează osteoporoza.

La nivelul coloanei vertebrale, leziunile distructive se pot solda cu prăbuşirea corpurilor vertebrale şi deformarea axului coloanei (fig.408,b; 409).

Coastele afectate prezintă uneori lărgiri circumscrise, corespunzătoare zonelor centrale de osteoliză (aspect de os suflat).

In localizările marginale pe oasele lungi, conturul corticalei sau al compactei poate fi întrerupt; periostoza de vecinătate este absentă.

Plasmocitomul solitar este o tumoare rară, descoperită mai ales la persoane tinere, sub 40 de ani; interesează de predilecţie coloana vertebrală, bazinul şi oasele lungi. In mod obişnuit, în cursul evoluţiei spontane, leziunea rămîne solitară 1-2 ani, după care focarele osteolitice devin multiple. Radiologic, se manifestă ca o zonă de osteoliză uneori întinsă, structurată (în formele tipice) de o trabeculaţie osoasă grosolană, ce poate realiza un aspect fals polichistic ; ţesuturile moi vecine sînt destul de frecvent invadate.

In pofida radiosensibilităţii sale şi a progreselor actuale în domeniul chimioterapiei, prognosticul mielomului rămîne rezervat.

10.10.3. Afecţiuni de sistem cu localizare osoasă.

10.10.3.1. *Histiocitoza X* (boala granulomatoasă histiocitară) grupează 3 sindroame principale : granulomul eozinofil, boala Hand-Schüller-Christian şi boala Letterer-Siwe.

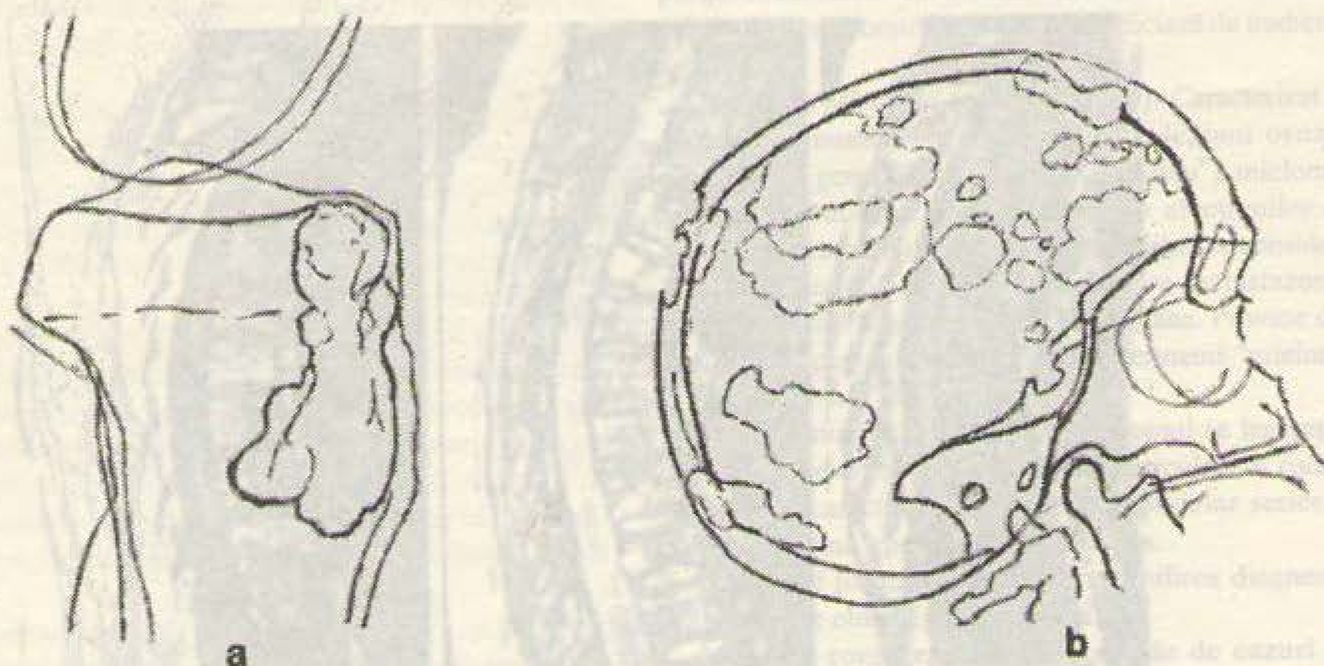


Fig.410. a: Granulom eozinofil al extremităţi proximale a tibiei; b: Boală Hand-Schüller-Christian (localizare la nivelul oaselor bolţii craniene).

Granulomul eozinofil, forma cea mai benignă de manifestare a histiocitozei X, este o afecţiune rară ce afectează aproape în exclusivitate tineri sub 20 de ani. Se localizează de predilecţie la oasele plate (calota craniană, coaste, bazin, mandibulă).

Histiologic, granulomul eozinofil se caracterizează prin proliferarea reticulo-histiocitară, cu evoluţie spre formare de granuloame şi fibrozare spontană.

Radiologic, se traduce prin zone de osteoliză cu contururi nete, fără osteoscleroză periferică şi fără periostoză de vecinătate (fig.410,a). Creşterea este uneori rapidă, putînd determina fracturi pe os patologic. Vindecarea spontană este consemnată în multe cazuri.

Boala Hand-Schüller-Christian (granulomul lipoidic) apare la copii între 3-5 ani şi se caracterizează prin leziuni granulativ-distructive, localizate la nivelul calotei craniene, oaselor lungi, bazinului, sternului şi mandibulei.

Tabloul clinic este reprezentat, în formele tipice, de triada exoftalmie, tulburări hipofizare cu oprirea creşterii şi leziuni osoase caracteristice.

Radiologic, la nivelul pieselor scheletice interesate se observă zone de osteoliză de formă neregulată, dispuse în plin ţesut osos normal; prin creştere şi confluare, iau naştere defecte structurale întinse, de formă neregulată, sugerînd o hartă geografică (fig.410,b).

Majoritatea cazurilor sînt letale; în stadiul final, se dezvoltă o anemie gravă, cu insuficienţă cardiacă şi caşexie. Sînt cunoscute şi forme cu involuţie spontană.

Boala Letterer-Siwe (reticuloza aleucemică) produce leziuni osoase similare în linii mari celor din granulomul lipoidic, de obicei însă mai întinse şi mai numeroase.

Apecte asemănătoare sînt întîlnite şi în sarcoidoza Besnier-Boeck-Schaumann şi boala Gaucher.

10.10.3.2. *Boala Hodgkin* produce determinări osoase de obicei în fazele evolutive avansate; leziunile primitive (la nivelul sternului şi vertebrelor) sînt posibile, dar foarte rare. Focarele patologice sînt descoperite de regulă în vecinătatea grupelor ganglionare în care se produc manifestări avansate ale afecţiuni; de la acestea, invazia oaselor survine prin infiltraţie.

Radiologic, leziunile osoase îmbracă aspecte diferite: osteoporoză difuză sau circumscrisă, osteoliză marginală sau centrală, osteoscleroză, periostoză. Leziunile se intrică deseori, rezultînd aspecte polimorfe.

10.10.4. Tumorile maligne secundare ale osului

Reprezintă categoria de tumori cea mai frecvent întîlnită la nivelul scheletului. De aceea după vîrsta de 40 de ani, o leziune osoasă cu caractere de malignitate trebuie să fie suspectată de metastază chiar dacă este unică. Prezenţa de leziuni multiple, care se dezvoltă succesiv, ca şi apariţia acestora în cursul evoluţiei unei tumori primare cunoscute, sînt elemente decisive pentru diagnostic.

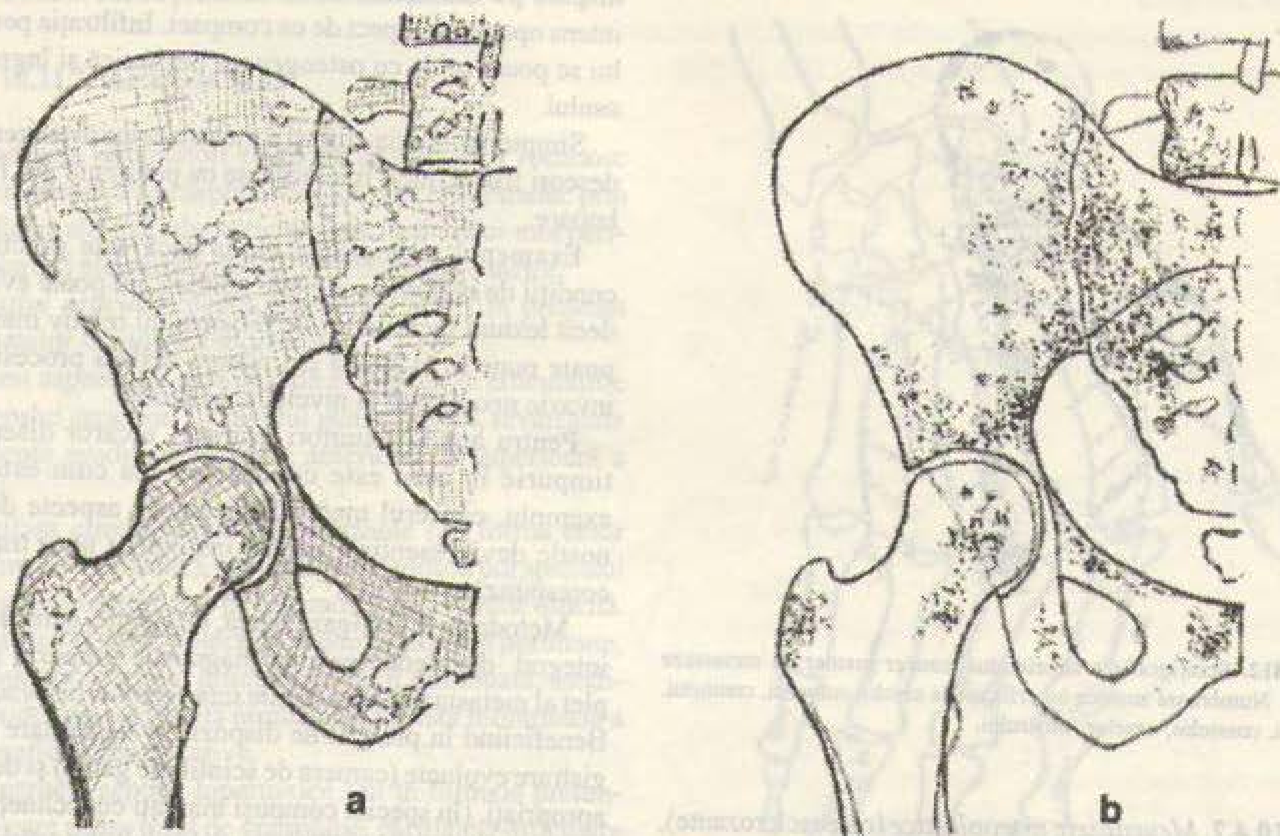


Fig.411. Aspecte radiologice de metastaze osoase la nivelul coloanei lombare, bazinului şi femurului. a: metastaze osteolitice; b: metastaze osteoplastice.

Metastazele pot interesa în principiu orice segment scheletic; ele se localizează însă mai frecvent în regiuni bogat vascularizate, adică în ţesutul spongios al oaselor, mai rar în corticală şi compactă sau în periost. Principalul semn clinic, durerea, precede de regulă cu un interval lung manifestările radiologice. Nu sînt însă rare cazurile în care prezenţa unei metastaze este complet asimptomatică, fiind relevată de o fractură "spontană".

Originea metastazelor osoase poate fi reprezentată de oricare tumoare malignă primară, indiferent de localizarea şi varietatea histologică a acesteia. In ordinea frecvenţei, metastazele osoase provin de la cancerele sînului, prostatei, tiroidei, plămînului, rinichiului, pancreasului, uterului; cele cu punct de plecare în cancerele pielii, farigolaringelui, stomacului, rectului, ovarului şi colonului reprezintă doar 5-10% din totalitatea cazurilor.

La copii, metastazele osoase sînt produse de tumorile Ewing şi limfosarcoame; sub vîrsta de 10 ani, ele sînt apanajul nefroblastomului Wilms.Cu excepţia invaziilor de la o tumoare malignă din vecinătatea imediată, tumorile secundare ale osului se constituie prin diseminare hematogenă (embolii neoplazice).

Din punct anatomo-patologic şi radiologic, tumorile maligne secundare ale scheletului se manifestă ca leziuni *osteolitice* sau *osteoplastice*.

Aşa-zisa "formă mixtă" nu poate avea o explicaţie fiziopatologică, întrucît este imposibil ca aceeaşi formă de ţesut tumoral să producă în os leziuni de tip diferit. Manifestări lezionale mixte nu pot apare decît în urma acţiunii unori factori terapeutici.

10.10.4.1. *Metastazele osteolitice* apar radiologic ca zone transparente, de mărimi variabile, dispuse în regiunile centrale sau periferice ale osului (fig.411,a). Forma neregulată, contururile şterse, creşterea relativ rapidă, apariţia succesivă, la intervale scurte, de noi leziuni, absenţa reacţiei periostale, ca şi a invaziei ţesuturilor moi vecine, reprezintă trăsături obişnuite, a căror manifestare uşurează diagnosticul.

Apariţia fracturilor pe segmente mai mult solicitate mecanic (corpuri vertebrale, oasele membrelor) este frecventă; evoluţia radiologică a procesului de vindecare a acestora poate fi normală, calusul include însă deseori cuiburi de celule tumorale, care pot reface leziunea.

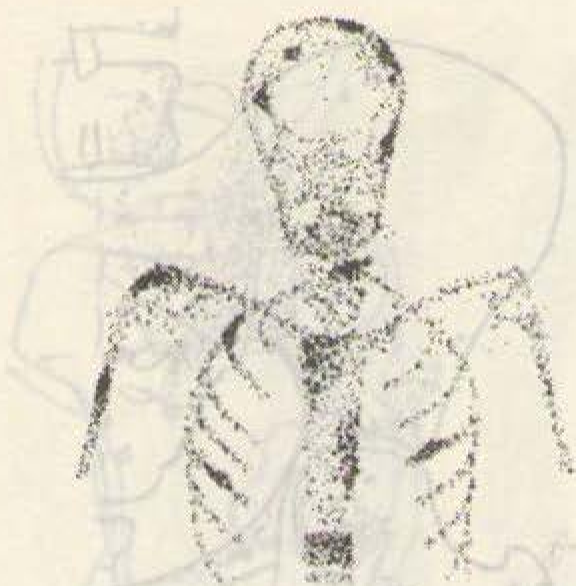


Fig.412. Scintigrafie a scheletului (cancer mamar cu metastaze osoase). Numeroase zone de hiperfixaţie la nivelul coloanei, craniului, sternului, coastelor, oaselor umărului.

10.10.4.2. *Metastazele osteoplastice* (osteosclerozante), mai rare, îşi au originea în tumori primare cu dezvoltare lentă (cancerul prostatei, tubului digestiv şi vezicii urinare). Spre deosebire de cele osteolitice, care afectează frecvent membrele, metastazele osteoplastice sînt întîlnite aproape în exclusivitate la scheletul trunchiului (coloana vertebrală şi bazin).

Radiologic, această formă de metastaze se traduce prin zone opace insulare, cu contururi şterse şi tendinţă la confluare (fig.411,b). Structura trabeculară a spongioasei dispare pe întinderi variabile, fiind înlocuită prin zone intens opace, cu aspect de os compact. Infiltraţia periostului se poate solda cu osteogeneză periferică şi îngroşarea osului.

Simptomatologia clinică a metastazelor osteogene este deseori frustă, încît fracturile pe os patologic pot fi revelatoare.

Examenul radiografic, chiar dacă este practicat în condiţii de maximă acurateţe tehnică, nu poate evidenţia decît leziuni metastatice de dimensiuni relativ mari şi nu poate pune în evidenţă extinderea reală a procesului de invazie neoplazică la nivelul scheletului.

Pentru anumite tumori primare, a căror diseminare timpurie în oase este cunoscută (aşa cum este, spre exemplu, cancerul mamar), asemenea aspecte de diagnostic devin esenţiale pentru instituirea unui tratament corespunzător.

Metoda de investigare fizică, de elecţie, care răspunde integral dezideratelor unui diagnostic timpuriu şi complet al metastazări osoase este *scintigrafia radioizotopică*. Beneficiind în prezent de dispozitive de captare şi înregistrare evoluate (camera de scintilaţie gama) şi de trasori apropriaţi (în special compuşi marcaţi cu techneţiu 99m, vezi p.238), această metodă a devenit de neînlocuit în domeniul respectiv al practicii oncologice.

Principalele avantaje rezultă din posibilitatea investigării întregului schelet în cursul unui singur examen şi a evidenţierii fără echivoc a leziunilor metastatice, chiar de mici dimensiuni sau situate în regiuni defavorabile explorării radiografice. Expresia scintigrafică a metastazelor osoase este prezenţa de zone de hiperfixaţie circumscrise (fig.412 şi 413).

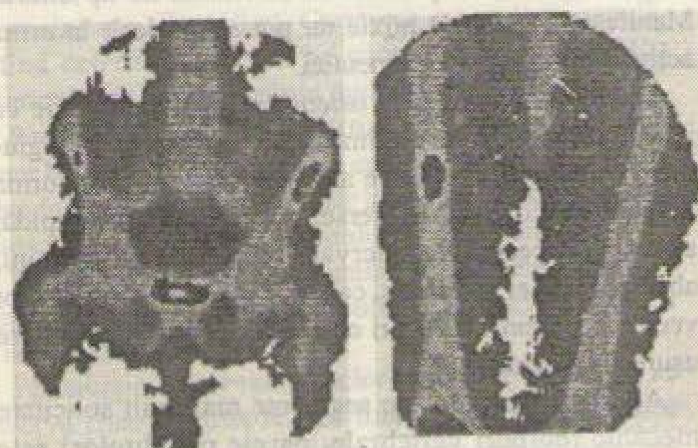




Fig.413. Metastaze osoase multiple ale unui cancer renal (scintigrafie de proiecţie cu Tc 99m HMDP). a: bazin (anterior); b: oase femurale (anterior); c: coloană dorsală şi grilaj costal (posterior); d: articulaţia scapulo-humerală stînga (posterior).

10.11. Afecţiunile articulaţiilor

10.11.1. Artritele acute

Procesele inflamatori acute ale articulaţiilor recunosc cauze traumatice sau septice. Radiologic, ele se traduc prin modificări ale spaţiului articular, ale ţesuturilor moi periarticulare şi ale extremităţilor articulare ale oaselor.

Spaţiul articular poate fi moderat lărgit în prezenţa revărsatelor lichidiene abundente.

Acest aspect este mai uşor de evidenţiat la articulaţiile membrului superior. La nivelul genunchiului, revărsatele abundente produc deplasarea anterioară şi superioară a rotulei.

In afara circumstanţelor favorizante (de forma celor menţionate mai înainte), evidenţierea modificărilor spaţiului articular în artritele acute pe cale radiologică rămîne dificilă.

Mai ales în cazul colecţiilor hemoragice sau purulente, transparenţa spaţiului articular poate fi diminuată; modificarea devine sesizabilă numai prin analiza minuţioasă a radiografiilor comparative.

In artritele septice hipertoxice sau în formele prelungite în care apare ţesut de granulaţie, cartilajele articulare pot fi distruse, ceea ce duce la reducerea lărgimii spaţiului articular, uneori pînă la dispariţia acestuia (fig.414).

Modificările ţesuturilor moi periarticulare se traduc radiologic prin intensificarea opacităţii lor în imagine.

Modificările extremităţilor articulare ale oaselor constau iniţial din demineralizarea regiunilor subcondrale, datorită hiperemiei locale; uneori aceasta se poate extinde pe regiuni mari ale epifizelor. Dezvoltarea ţesutului de granulaţie (panusul articular) produce, după distrucţia

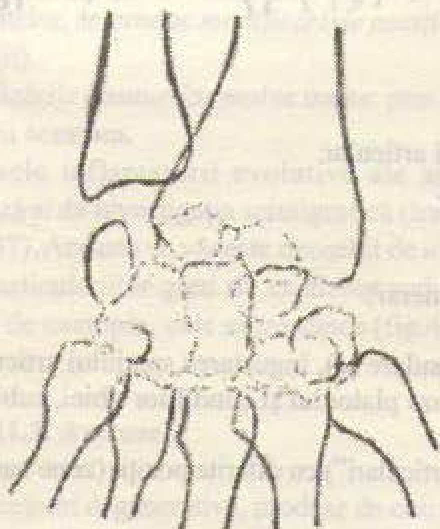


Fig.414. Artrită supurată a mîinii. Reducerea spaţiilor articulare, neregularităţi ale suprafeţelor osoase.

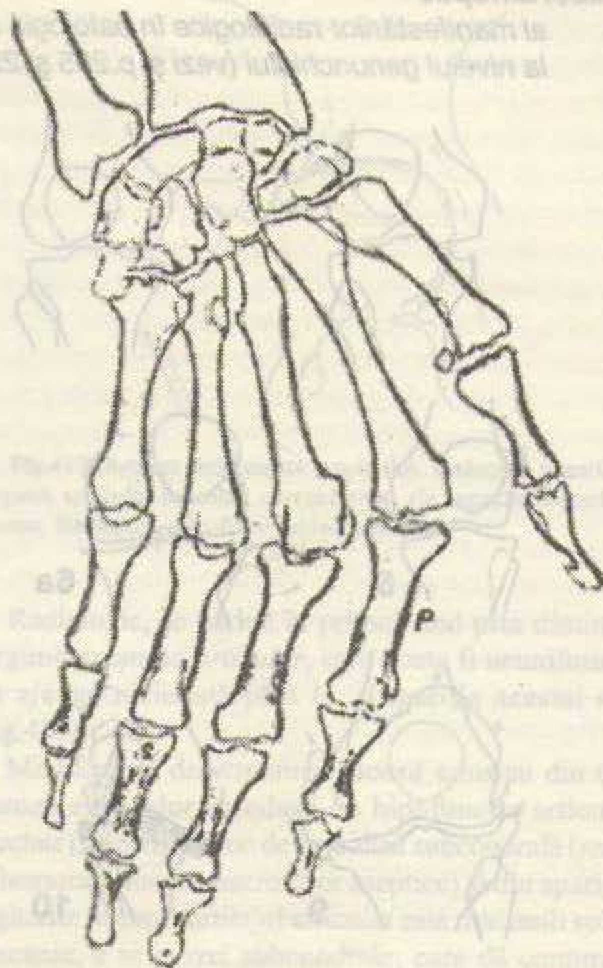


Fig.415. Poliartrită cronică evolutivă. Diminuarea lărgimii spaţiilor articulare, neregularităţi ale suprafeţelor osoase; scleroză endostală (s), periostoză (p).

cartilajelor articulare, erodarea suprafeţelor subjacente ale oaselor, urmată de subluxaţii şi, în perioada de vindecare, de anchiloză osoasă.

10.11.2. Artritele cronice

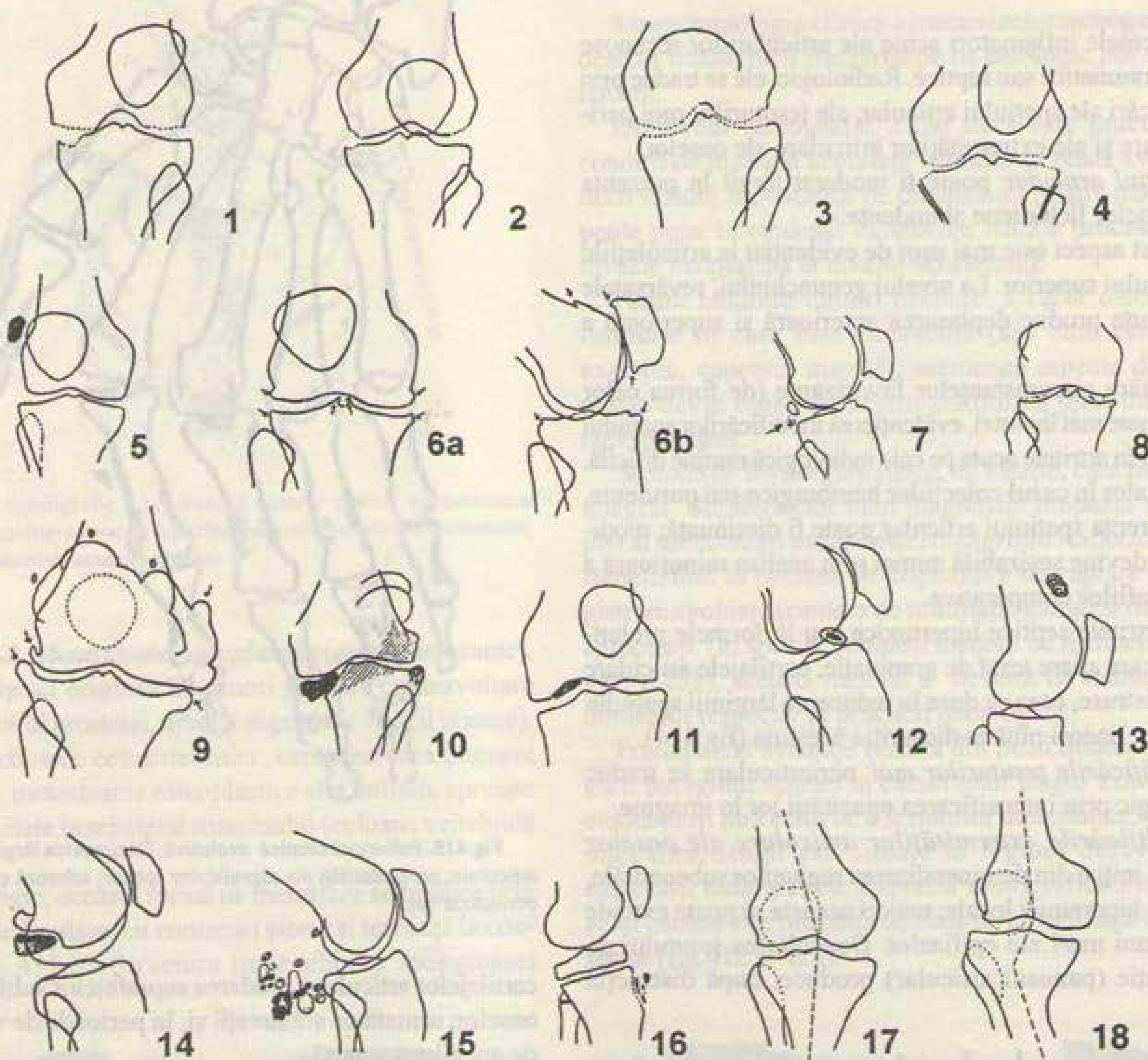
10.11.2.1. *Poliartrita cronică evolutivă* este forma cea mai comună a acestei categorii de afecţiuni articulare. Interesează cu predominanţă femeile de vîrstă între 30-50 de ani şi se localizează iniţial la nivelul articulaţiilor dintre oasele scurte şi mici ale mîinii şi piciorului.

Radiologic, modificările instalate progresiv privesc spaţiile articulare, structura oaselor vecine şi poziţia acestora, ca şi ţesuturile moi înconjurătoare.

Spaţiile articulare mai, ales cele dintre oasele carpiene şi metacarpo-falangiene, diminuă în înălţime, datorită ţesutului de granulaţie care distruge cartilajele articulare, ducînd uneori la dispariţia articulaţiei şi instalarea anchilozei fibroase sau osoase (fig.415).

Tabel sinoptic

al manifestărilor radiologice în patologia articulară şi juxtaarticulară, cu exemplificare la nivelul genunchiului (vezi şi p.255 şi 256).



1. Pioartrită. Eroziuni ale condililor, îngustarea spaţiului articular.
2. Artrită gonococică. Eroziuni ale condililor.
3. Tuberculoză sinovială. Eroziuni ale condililor, îngustarea spaţiului articular.
4. Poliartrită cronică evolutivă. Periostoză la nivelul condililor tibiei.
5. Calcificare nodulară juxtapatelară.
6. Artroză. Osteofite, ascuţirea spinelor tibiale. (săgeţi).
7. Artroză. Calcificare intraarticulară, situată sub fabela (os supranumerar).
8. Artroză. Calcificarea meniscurilor.
9. Artropatie tabetică. Exostoze juxtaarticulare (săgeţi), osificări capsulare (o), îngustarea spaţiului articular.
10. Artropatie tabetică. Exostoză juxtaarticulară (laterală), osteoscleroza platoului şi condililor tibiei, subluxaţie laterală a tibiei, fractură veche a rotulei.
11-14. Formaţiuni condromatoase intraarticulare calcificate ("şoareci articulari") cu diferite poziţii (zone haşurate).
15. Condromatoză şi osteomatoză intraarticulară.
16. Boală Osgood-Schlatter (prezentă la o persoană în creştere).
17. Aspectul articulaţiei genunchiului în genu valgum.
18. Aspectul articulaţiei genunchiului în genu varum.

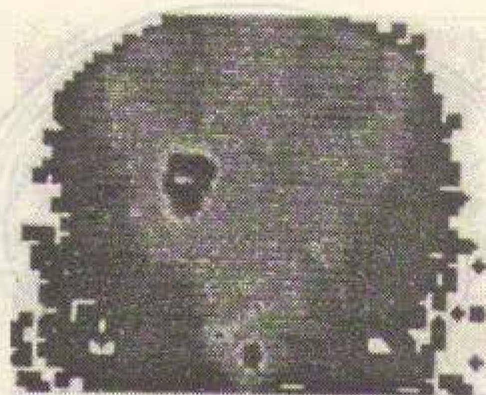


Fig.416. Sacro-ileită stîngă. Scintigrafie cu galiu 67 (incidenţă posterioară). Zonă de hiperfixaţie intensă, corespunzînd ariei de proiecţie a articulaţiei.

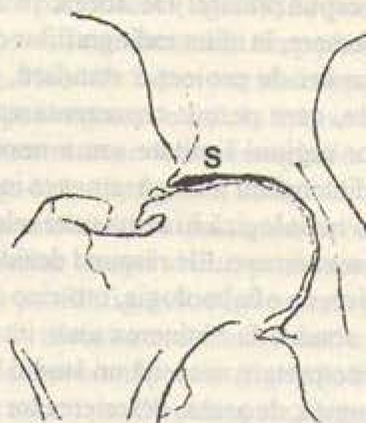


Fig.417. Artroză deformantă a şoldului. Reducere neuniformă a lărgimii spaţiului articular, neregularităţi ale suprafeţelor articulare osoase, formaţiuni osteofitice juxtaarticulare.

La nivelul *oaselor* vecine, osteoporoza, uneori foarte intensă, este cea mai comună modificare. Suprafeţele articulare ale oaselor pot prezenta, ca urmare a proliferării ţesutului de granulaţie, zone de osteoliză marginală, care creează contururi neregulate (fig.415). Prelungirea stării de demineralizare poate conduce la apariţia de mici zone de osteoliză şi în interiorul oaselor interesate. In formele cu evoluţie foarte îndelungată, un proces de endoscleroză poate fi observat mai ales la nivelul falangelor (fig.415, s), în timp ce periostoza periferică (fig.415, p), realizează o îngroşare discretă a acestora. Osteofitele apărute mai ales la extremităţile proximale ale falangelor, juxta-articular, produc o deformare regională caracteristică (nodulii Heberden).

Ca urmare a distrugerii cartilajelor articulare şi osteolizei marginale, la care se adaugă frecvent retracţia fibroasă a ligamentelor, se produc *modificări de poziţie* ale oaselor (subluxaţii).

Modificările *ţesuturilor moi* se traduc prin accentuarea intensităţii acestora.

Procesele inflamatorii evolutive ale articulaţiilor beneficiază şi de investigaţia scintigrafică (trasori marcaţi cu galiu 67). Aceasta se vădeşte deosebit de utilă mai ales în cazul articulaţiilor greu de examinat radiografic, aşa cum sînt, de exemplu, cele sacro-iliace (fig.416).

10.11.3. Artrozele

Sînt afecţiuni degenerative, produse de obicei de factori mecanici locali, care afectează în principal cartilajele articulare şi teritoriile osoase subcondrale.

Radiologic, se traduc în primul rînd prin diminuarea lărgimii *spaţiului articular*, care poate fi neuniformă; ea nu ajunge niciodată pînă la dispariţia acestui spaţiu (fig.417).

Modificările de *structură osoasă* constau din osteoporoza epifizelor (produsă de hipofuncţia articulaţiei afectate), din mici zone de osteoliză subcondrală (rezultat al hemoragiilor sau necrozelor aseptice) şi din apariţia, în regiunile în care cartilajul articular este mai mult solicitat mecanic, a sclerozei subcondrale, care dă contururilor osoase articulare, neregulate, o intensitate crescută (fig.417, s).

La marginea suprafeţelor articulare ale oaselor sînt prezente formaţiuni osteofitice, uneori de dimensiuni mari.

10.12. Radiodiagnosticul scheletului cranio-facial

Explorarea radiologică a regiuni cranio-faciale a scheletului este unul dintre cele mai dificile domenii ale radiodiagnosticului. Imaginile radiografice obţinute sînt deosebit de complexe iar în interpretarea lor trebuie luate în considerare şi analizate, pe lîngă detaliile structurale comune formaţiunilor osoase în general, elemente arhitectonice specifice craniului şi masivului scheletic al feţei. Numeroasele suprafeţe curbe, concave şi convexe, cavităţi, şanţuri, orificii, proeminenţe şi creste, realizează potrivit legilor fizice, care se situează la baza formării ei, o imagine radiografică extrem de bogată în detalii. Aceasta este rezultatul sumării şi suprapunerii unei multitudini de planuri, în care se situează formaţiunile

anatomice corespunzătoare. De aceea, în foarte multe situaţii, sînt necesare, în afara radiografiilor de ansamblu, obţinute în planuri de proiecţie standard, incidenţe şi poziţii speciale, care permit reprezentarea cu netitate maximă a unor regiuni limitate sau a unor formaţiuni anatomice de dimensiuni mici. Asemenea incidenţe, tipizate în practica radiologică în urma unei selecţii valorice riguroase, sînt numeroase. Ele răspund dezideratelor unor discipline clinice, ca oftalmologia, oto-rino-laringologia, neurologia, şi conduc la obţinerea unor imagini a căror înţelegere şi interpretare necesită un studiu îndelungat şi o experienţă bogată; de aceea, descrierea lor nu face parte din obiectivele prezentului material.

In cele ce urmează, vor fi utilizate, ca elemente de referinţă pentru recunoaşterea principalelor elemente arhitectonice şi structurale ale scheletului cranio-facial, trei imagini de ansamblu fundamentale, obţinute în proiecţiile de faţă (incidenţa occipito-frontală, fig.418), de profil (incidenţa bitemporală, fig.419) şi axială (incidenţa submento-verticală, fig.420), la care am adăugat şi o proiecţie semiaxială, apropriată studiului scheletului feţei (incidenţa supraoccipito-alveolară, fig.421).

10.12.1. Anatomia radiologică normală a scheletului cranio-facial.

10.12.1.1. *Scheletul cranian.* Majoritatea detaliilor de structură ale *bolţii craniene* sînt bine vizibile pe radiografia de profil (fig.419). Oasele bolţii fiind proiectate tangenţial, se pot recunoaşte cele două table de compactă, externă (T.e) şi internă (T.i), între care se găseşte ţesut diploic (D), spongioasa oaselor craniene. Grosimea acestor oase cuprinsă între 3-8 mm în diferitele regiuni ale bolţii, nu prezintă în mod normal variaţii bruşte, cele două table păstrînd un paralelism relativ. Singura excepţie este constituită de protuberanţa occipitală (25), care se proiectează sub forma unei îngroşări limitate, de aspect variabil, uneori ca un veritabil osteofil, în regiunea postero-inferioară a bolţii.

Suturile dintre oasele bolţii apar sub forma unor linii opace fine, cu traiect sinuos sau în zig-zag. Radiografia de profil (fig.419) permite recunoaşterea suturilor fronto-parietală (20) şi parieto-occipitală (21); pe imaginea de faţă (fig.418) sînt vizibile sutura coronară (12), lambdoidă (13) şi sagitală (14).

Pe fondul aparent omogen al oaselor bolţii putem distinge, la o examinare atentă, o serie de detalii structurale. Astfel, la copil (şi, în unele situaţii particulare, la adult) se recunosc impresiuni digitate. In vecinătatea suturii sagitale, corpusculii Pacchioni de dimensiuni mai mari creează, prin atrofia tablei interne, fosete traduse prin imagini de transparenţă crescută, net conturate (fig.419, 26). Reţeaua vasculară din imediata apropiere a oaselor bolţii sau din grosimea acestora realizează depresiuni (şanţuri) pe tabla internă. Şanţurile arteriale, reprezentate prin imagini transparente liniare, au margini paralele, net conturate şi se dicotomizează la intervale variabile. Pe imaginea de profil, sînt de obicei bine vizibile şanţurile arterei meningee mijlocii şi ale ramurilor acesteia, ca şi cele ale arterei meningee frontale (fig.419, 13 şi 14). Venele diploice au o topografie variabilă; prin confluenţă, ele pot realiza sisteme de lacuri sanguine, traduse radiologic prin imagini transparente "în cap de meduză" (fig.419, 15). Şanţurile sinusurilor venoase sînt mai voluminoase, au margini paralele, nete şi regulate; de obicei este bine reprezentat sinusul transvers (fig.419, 12).

In ceea ce priveşte regiunea *bazei craniului*, radiografia de profil permite evidenţierea celor trei etaje, anterior, mijlociu şi posterior, ale acesteia.

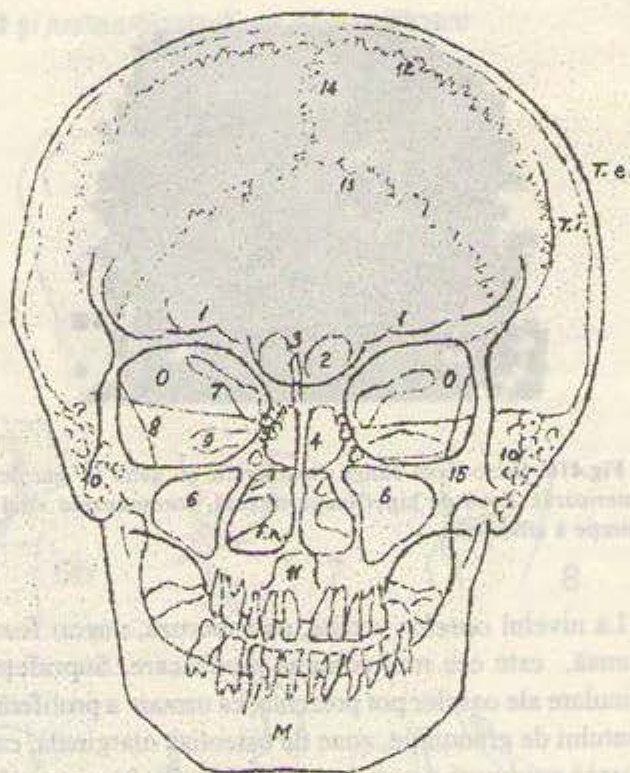


Fig.418. Imaginea normală a scheletului cranio-facial pe radiografia de faţă (incidenţa occipito-frontală). 1. planşeul fosei anterioare a craniului; 2. sinusurile frontale; 3. apofiza crista galli; 4. sinusul sfenoidal; 5. celule etmoidale; 6. sinusurile maxilare; 7. fanta sfenoidală; 8. stînca temporală; 9. conductul auditiv intern; 10. mastoida; 11. apofiza odontoidă; 12. sutura coronară; 13. sutura lambdoidă; 14. sutura sagitală; 15. osul malar. T. e. şi T. i.: tabla externă şi cea internă a bolţii craniene; F. n.: fosele nazale; M:mandibula; O:cavităţile orbitare.

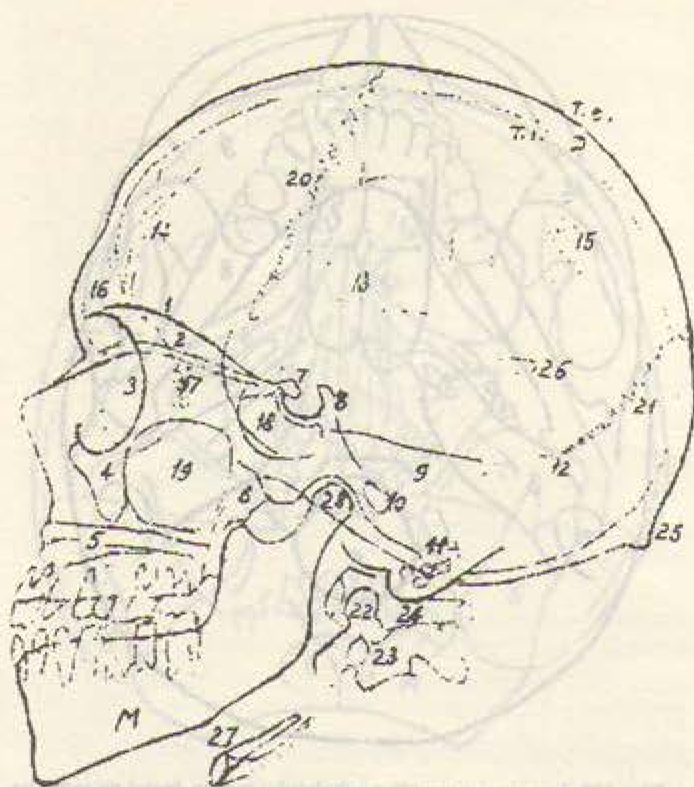


Fig.419. Imaginea normală a scheletului cranio-facial pe radiografia de profil (incidența bitemporală) 1. tavanul cavităților orbitale; 2. planșeul fosei anterioare a craniului, pe linia mediană; 3. marginea laterală a orbitelor; 4. osul malar; 5. palatul dur; 6. procesele pterigoidiene; 7. clinoidele anterioare; 8. lama patrulateră; 9. stînca temporală; 10. conductul auditiv extern; 11. mastoida; 12. sinusul venos transvers; 13. șanțurile arterei meningee mijlocii; 14. șanțurile arterei meningee frontale; 15. canal venos diploic; 16. sinusul frontal; 17. celule etmoidale; 18. sinusul sfenoidal; 19. sinusul maxilar; 20. sutura parieto-frontală; 21. sutura parieto-occipitală; 22. odontoida; 23. axisul; 24. atlasul; 25. protuberanța occipitală; 26. fosetă a granulațiilor Pacchioni; 27. osul hioid; 28. articulația temporo-mandibulară. T. e. și T. i.: Tablele externă și internă ale bolții craniene; D:diploe; M:mandibulă.

Etajul *anterior* este reprezentat pe imaginea de profil în primul rînd prin contururile plafoanelor orbitare (fig. 419, 1), linii cu ușoară convexitate superioară, care descind și se termină în vecinătatea clinoidelor anterioare (fig. 419, 7). In al doilea rînd, printr-o linie cu traiect orizontal, care corespunde planșeului acestui etaj pe linia mediană (fig. 419, 2), și care, plecînd de la tuberculul selar (situat la extremitatea anterioară a șeii turcești), se unește înainte și în sus cu peretele posterior al sinusului frontal (fig. 419, 16) și cu tabla internă a osului frontal.

Etajul *mijlociu* este dominat de imaginea șeii turcești, formațiune pronunțat concavă, aparținînd sfenoidului, dezvoltată între tuberculul selar și lama patrulateră, și delimitată anterior de apofizele clinoide anterioare (fig.419, 7) și posterior de clinoidele posterioare, expansiuni ale lamei patrulatere (fig.419, 8) (vezi și fig.424). Fundul șeii turcești este în același timp plafonul sinusului sfenoidal (fig. 419, 18). Lama patrulateră poate fi evidențiată uneori și pe imaginea de față, în timp ce sinusul sfenoidal este reprezentat pe toate imaginile de ansamblu (fig.418,4; fig. 419, 18; fig.420, 2; fig. 421, 4).

Dintre elementele etajului *posterior*, trebuie menționate imaginile stîncilor temporalului, proiectate suprapus pe radiografia de profil (fig.419, 9) și separat pe cea de față (fig.418, 8). Orificiul conductului auditiv extern este vizibil în incidența bitemporală (fig.419, 10), în timp ce alte detalii ale stîncii pot fi evidențiate pe imaginea de față (conductul auditiv intern, fig.418, 9) sau pe cea axială (vîrful și marginile stîncii, fig.420, 5, 13, 14). O regiune particulară a osului temporal, caracterizată prin conținutul bogat în cavități aerice (celule), regiunea mastoidiană, terminată în jos prin apofiza omonimă, este net reprezentată pe toate imaginile de referință (fig.418,10; fig.419, 11; fig.420, 11; fig. 421, 5).

Trebuie menționat că radiografia în proiecție axială (fig. 420), imaginată și utilizată în special pentru studiul regiunii bazei craniului, oferă numeroase detalii structurale și arhitectonice ale acestei regiuni, printre care cele două margini ale stîncii temporalului (13, 14), gaura occipitală (6), în care se situează apofiza odontoidă a axisului (7).

10.12.1.2. *Masivul scheletic facial* prezintă două trăsături caracteristice: prezența, în regiunea lui superioară, de piese osoase configurate și dispuse astfel încît formează cavități ce adăpostesc diferite organe sau au un conținut aeric (deci regiuni cu transparență crescută pe imaginea radiografică) și, în evident contrast, în poprțiunea inferioară, de porțiuni dense aparținînd maxilarelor și destinate implantării dinților (arcadele dentare).

Fosele nazale sînt reprezentate radiologic prin două regiuni transparente, de formă aproximativ triunghiulară, cu unghiurile rotunjite, dispuse în centrul imaginii scheletului facial (F. n. în fig.418 și 421) și separate prin septul nazal (fig.421, 9), a cărui imagine continuă în jos pe cea a apofizei crista galli, formațiune osoasă intracraniană (fig.418, 3).

Cavitățile orbitare apar pe radiografiile în proiecție de față și semiaxială ca imagini transparente, de formă aproximativ circulară sau ovală, simetrice, net conturate prin muchiile osoase care le delimitează (fig.418, 10, fig.421, 8); ele sînt dispuse lateral și superior în raport cu fosele nazale. In interiorul lor sînt vizibile, pe radigrafia de față, imaginile transparente ale fantelor sfenoidale (fig. 418, 7), dispuse între aripa mare și cea mică a sfenoidului. Contururile laterale ale orbitelor sînt net vizibile și pe radiografia de profil (fig.419, 3).

Sinusurile aerice cranio-faciale pot fi evidenţiate în măsură mai mult sau mai puţin completă pe radiografiile de faţă, profil şi axială, datorită transparenţei conferite de conţinutul lor. Incidenţa supraoccipitalo-alveolară (fig. 421) rămîne însă cea mai apropiată studiului acestor sinusuri, etichetate uneori, datorită vecinătăţii cu fosele nazale, "sinusuri paranazale".

Sinusurile *frontale* apar ca imagini transparente de dimensiuni şi formă variabile, de obicei asimetrice, cu contururi nete, dispuse de o parte şi de alta a liniei mediane, deasupra foselor nazale, între cele două contururi supero-interne ale orbitelor (fig.418, 2; fig.421, 1). Radiografia de profil permite aprecierea dezvoltării lor în profunzimea osului frontal (fig.419, 16).

Sinusurile *maxilare* realizează transparenţe simetrice deosebit de nete, de formă triunghiulară, situate de o parte şi de alta a foselor nazale, sub imaginile cavităţilor orbitare (fig.418, 6; fig.421, 3). Radiografia de profil permite aprecierea dimensiunilor lor în sens antero-posterior (fig. 419, 19) iar cea axială evidenţiază pereţii lor posteriori (fig. 420, 9).

In aria cuprinsă între pereţii laterali ai foselor nazale (medial), pereţii interni ai orbitelor (lateral), sinusurile frontale (superior) şi sinusurile maxilare (inferior), se proiectează regiunea *celulelor etmoidale*, caracterizată prin prezenţa de numeroase imagini transparente de dimensiuni mici şi formă variabilă, cu pereţi extrem de fini, depăşind în unele puncte contururile formaţiunilor limitrofe (fig.418, 5; fig.419, 17; fig.420, 1; fig.421, 2).

Aparţinînd bazei craniului, sinusurile *sfenoidale* sînt incluse de regulă în descrierea ansamblului cavităţilor aerice; ele sînt vizibile pe toate imaginile de referinţă pe care le-am prezentat (fig.418, 4; fig.419, 18; fig.420, 2; fig.421, 4). Se caracterizează printr-o remarcabilă variabilitate de formă şi dimensiuni (în înălţime şi în profunzime), ca şi prin frecventa lor asimetrie.

In regiunile laterale ale scheletului facial se proiectează opacitaţile masive ale oaselor malare (fig.418, 15; fig.419, 4; fig.420, 2; fig.421, 4). Ele sînt veritabile piese de rezistenţă ale arhitectonicii osoase a feţei.

Cele două arcade dentare sînt situate pe marginea inferioară a oaselor maxilare superioare, respectiv pe cea superioară a mandibulei; recunoaşterea lor pe oricare dintre radiografiile de ansamblu nu întîmpină dificultăţi. La fel de pregnantă este imaginea mandibulei (fig.418, 419 şi 421, M; fig.420, 8), cu diferitele sale regiuni anatomice, printre care ramura ascendentă (fig.421, 6), codilul şi articulaţia temporo-mandibulară (fig.419, 28).

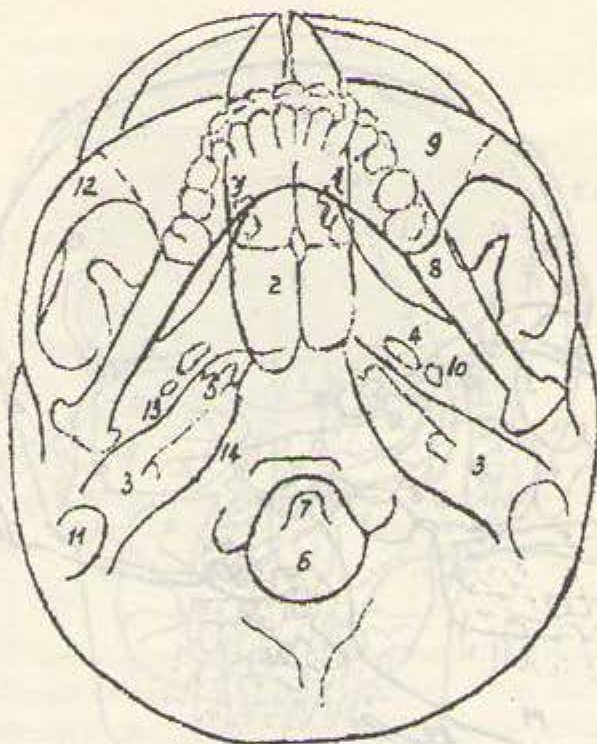


Fig. 420. Imaginea normală a scheletului cranio-facial pe radiografia axială (incidenţa submento-verticală). 1. celule etmoidale; 2. sinusul sfenoidal; 3. stînca temporalului; 4. gaura ovală; 5. vîrful stîncii temporalului; 6. gaura occipitală; 7. apofiza odontoidă; 8. mandibula; 9. sinusul maxilar; 10. gaura rotundă; 11. regiunea mastoidiană; 12. osul malar; 13. marginea anterioară a stîncii temporalului (delimitînd posterior gaura ruptă anterioară); 14. marginea posterioară a stîncii (delimitînd anterior gaura ruptă posterioară).

10.12.2. Aspecte patologice ale scheletului cranio-facial.

10.12.2.1. *Leziuni traumatice. Fracturile* oaselor bolţii craniene sînt de regulă uşor de evidenţiat pe radiografiile de faţă sau de profil, sub forma unor imagini transparente liniare, de întindere variabilă, cu contururi nete şi paralele, rectilinii sau prezentînd angulaţii, sinuozitaţi sau ramificaţii (fig.422); uneori, în funcţie de mecanismul producerii lor, traiectele de fractură pot fi deosebit de complexe. Dacă este interesată o porţiune a bolţii care se proiectează tangenţial, devine aparentă întreruperea contururilor tablelor osoase, uneori decalarea uşoară a acestora.

Fracturile bazei craniului şi ale oaselor feţei, mai ales dacă au o întindere redusă, necesită o examinare deosebit de minuţioasă a imaginii radiografice, în diferite incidenţe, întrucît evidenţierea lor poate fi foarte dificilă.

10.12.2.2. *Afecţiuni hiperostozante cu localizare craniană. Meningiomul*, tumoră cu originea în celulele arahnoidiene incluse în dura mater, realizează o îngroşare

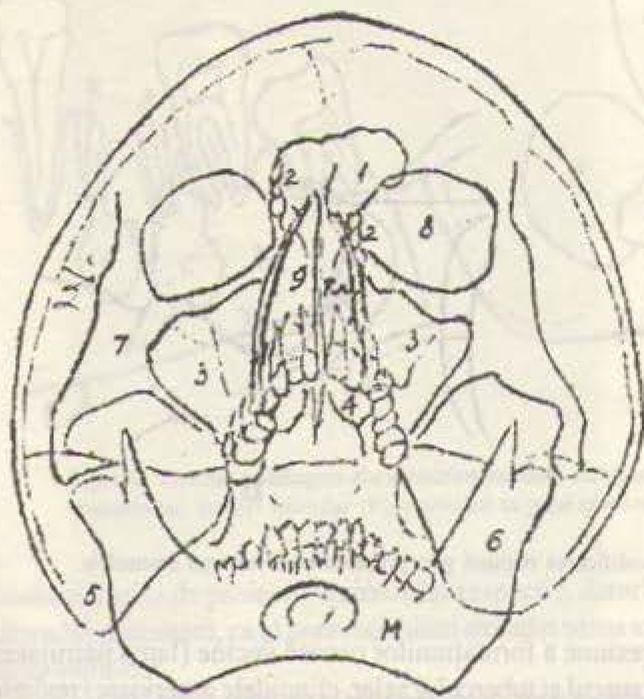


Fig.421. Imaginea normală a scheletului cranio-facial în incidenţa semiaxială supraoccipito-alveolară. 1. sinusul frontal; 2. celule etmoidale; 3. sinusurile maxilare; 4. sinusul sfenoidal; 5. mastoida; 6. ramura verticală a mandibulei; 7. osul malar; 8. cavităţile orbitare; 9. septul nazal. F. n. :fosele nazale M:mandibula.

circumscrisă, uneori considerabilă, a oaselor craniene, pe seama tablei interne sau a ambelor table. Formaţiunea patologică hiperplazică prezintă o structură osoasă densă, iar în cursul evoluţiei se comportă ca o tumoră benignă; se localizează de predilecţie la nivelul orbitelor sau al regiunii parasagitale a bolţii (fig.423).

Boala Paget. Localizarea craniană a bolii Paget produce, în faza de evoluţie tardivă, o îngroşare exprimată a oaselor bolţii craniene, care prezintă în acelaşi timp o structură profund alterată ("anarhică"), traducînd prezenţa unui proces distrofic, cu predominanţa osteosclerozei (fig.398,b).

10.12.2.3. *Afecţiuni osteolizante cu localizare craniană.* Localizarea (rară) a *sarcomului osteolitic* la nivelul bolţii craniene produce zone de osteoliză de întindere variabilă, cu contururi neregulate, parţial şterse, ce reflectă infiltraţia vecinătăţii. La nivelul tablelor osoase proiectate tangenţial, se evidenţiază dispariţia contururilor acestora pe porţiunea interesată de tumoră.

Dezvoltarea extracraniană a tumorii se traduce prin apariţia unei proeminenţe care deformează regiunea şi creşte opacitatea ţesuturilor moi ce alcătuiesc învelişul exterior al bolţii.

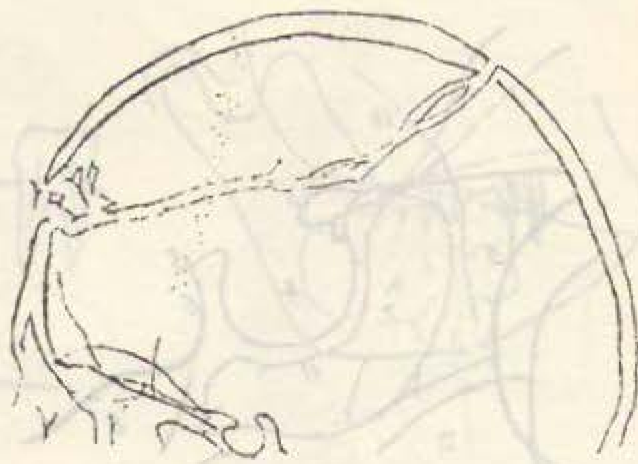


Fig.422. Fractura circulară a calotei craniene.

Mielomul multiplu produce zone multiple de osteoliză, interesînd una sau ambele table osoase, de dimensiuni variabile; forma imaginilor transparente rezultate este aproximativ rotundă iar contururile acestora sînt nete şi regulate (fig.408,a).

Imagini transparente comparabile, dar cu forma şi contururile mult mai neregulate, deseori şterse, pot fi întîlnite şi în localizările la nivelul bolţii ale metastazelor unor tumori maligne (cancer mamar, tiroidian etc.).

Localizarea craniană a *bolii Hand-Schüller-Cristian* produce leziuni osteolitice de regulă multiple, cu dimensiuni uneori considerabile, cu contur net, dar neregulat (fig.410,b).

10.12.2.4. *Procese patologice ale regiunii selare.* Imaginea radiologică ce permite o reprezentare de maximă netitate a regiunii şeii turceşti este cea obţinută în incidenţa laterală a craniului, cu regiunea respectivă situată exact în centrul fasciculului mult restrîns prin diafragmare sau

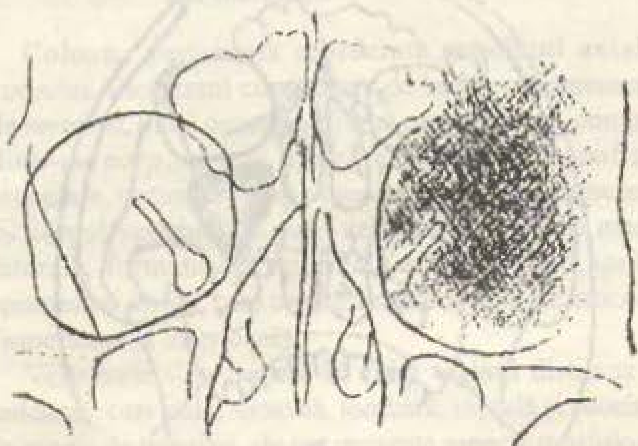


Fig.423.. Meningion al aripilor sfenoidului; îngustarea fantei sfenoidale, atrofia pereţilor orbitei, cu lărgirea acesteia.

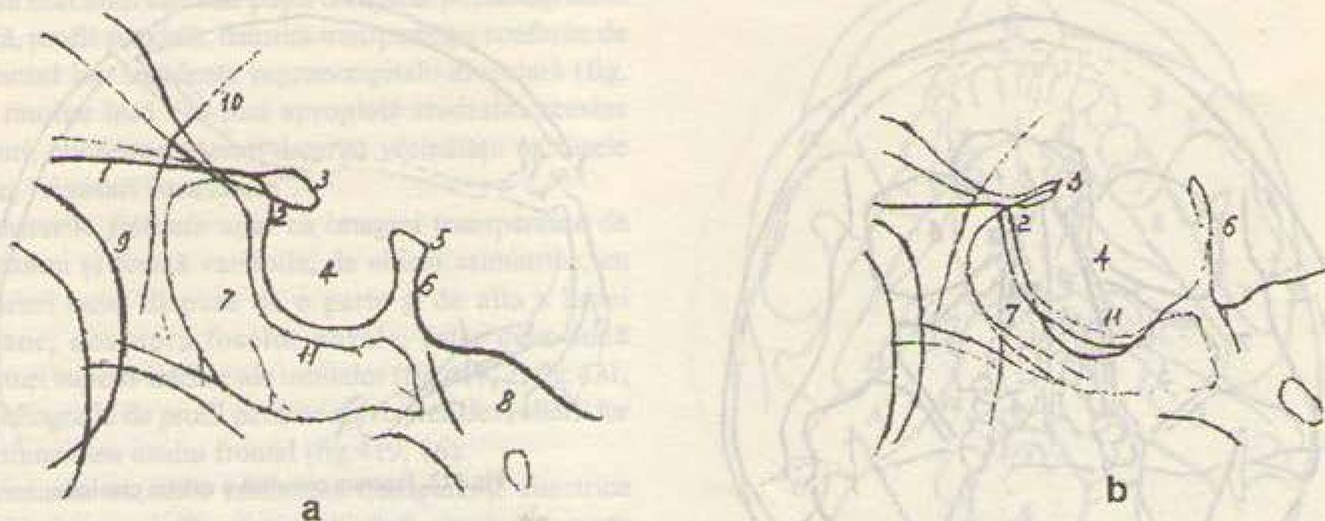


Fig.424. a: anatomia radiologică normală a regiunii selare; b:modificarea regiunii prin prezenţa unui adenom cromofob.

prin utilizarea unui localizator conic. Pe această imagine (fig.424,a) sînt bine reprezentate detaliile anatomice regionale:planul sfenoidal (1), tuberculul selar (2), apofizele clinoidale anterioare (3), şaua turcească (4), clinoidele posterioare (5), lama patrulateră (6), sinusul sfenoidal (7), stînca temporalului (8), contururile laterale ale orbitelor (9), contururile posterioare ale aripilor mici ale sfenoidului (10), planşeul cavitaţii selare (11).

Patologia regiunii este net dominată de afecţiunile hipofizei, dintre care *adenomul hipofizar*, încadrat în categoria tumorilor benigne, se situează pe prim plan ca frecvenţă şi importanţă.

Datorită dezvoltării sale excentrice lente, pînă la dimensiuni uneori considerabile, adenomul hipofizar (îndeosebi adenomul cromofob) produce atrofia prin presiune a formaţiunilor osoase vecine (lama patrulateră, planşeul şi tuberculul selar, clinoidele anterioare) realizînd în ansamblu creşterea marcată a dimensiunilor şeii turceşti.

Imaginea radiografică (fig. 424, b) evidenţiază în formele avansate gradul şi sensul modificărilor dimensionale ale cavităţii selare (4), subţierea planşeului, care poate prezenta contururi multiple (11), deformarea prin îngustare şi împingerea înapoi a lamei patrulatere (6), deprimarea tuberculului selar (2), ascuţirea şi subţierea clinoidelor anterioare (3).

10.12.2.5. *Procese patologice ale masivului facial. Afecţiunile inflamatorii ale sinusurilor aerice* (sinuzite frontale sau maxilare), deosebit de frecvente, se traduc radiologic, în formele acute, prin opacifierea discretă

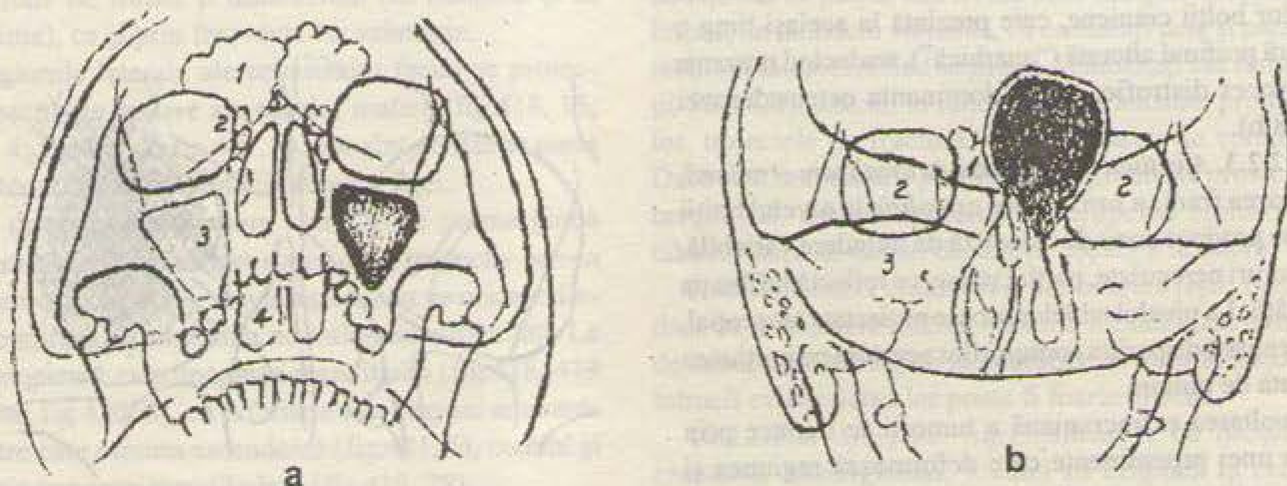


Fig.425. Procese patologice ale masivului osos facial. a: sinuzita maxilară cronică stîngă. 1. sinusul frontal; 2. orbite; 3. sinusuri maxilare; 4. sinusul sfenoidal. b:osteom al sinusului frontal stîng. 1. sinus frontal drept; 2. orbite; 3. stîncile temporale.

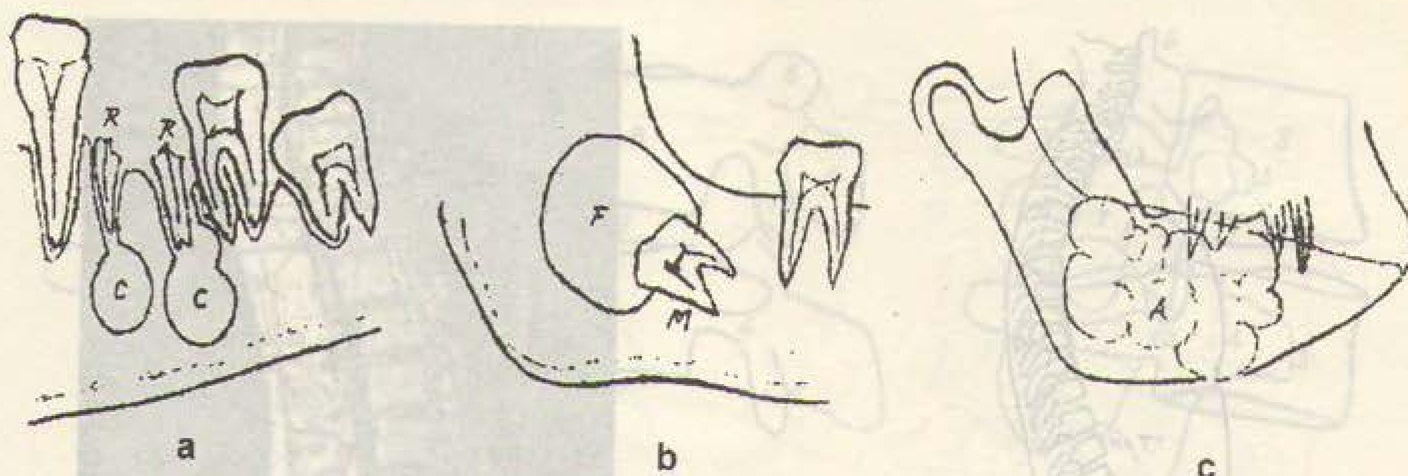


Fig.426. Procese patologice ale arcadelor dentare. a:chisturi radiculare (C) dezvoltate în jurul unor rădăcini dentare (R), la nivelul mandibulei; b:chist folicular (F), dezvoltat în jurul coroanei molarului de minte (M) inclus; c:adamantinom (A) al mandibulei

(voalarea) ariei de proiecţie a sinusului respectiv, datorită edemului mucoasei, ca şi prezenţei unui exsudat seros sau muco-purulent.

La nivelul sinusurilor maxilare, existenţa unei cantităţi de lichid poate fi pusă în evidenţă cu claritate prin efectuarea unei radiografii a regiunii respective în ortostatism. In acest mod, pe suprafaţa sinusului apare o imagine hidroaerică tipică.

In formele cronice, îngroşarea considerabilă a mucoasei produce îngroşarea corespunzătoare a imaginii pereţilor sinuzali, ştergerea contururilor acestora, reducerea ariei de proiecţie a cavităţii sinuzale afectate şi scăderea transparenţei ei în raport cu starea normală (fig.425,a).

Osteomul, tumoare benignă specifică ţesutului osos, se localizează destul de frecvent la nivelul sinusurilor frontale, avînd ca loc de origine o celulă etmoidală vecină. In dezvoltare, osteoamele pot atinge dimensiuni considerabile producînd o simptomatologie clinică ce traduce compresia organelor vecine. Formate din ţesut osos matur, compact sau spongios, osteoamele apar radiologic sub formă de opacităţi intense, omogene, cu contururi nete şi regulate (fig.452,b).

10.12.2.6. *Procese patologice ale arcadelor dentare*.La nivelul oaselor maxilare şi a mandibulei, cu predilecţie în regiunea arcadelor dentare, se dezvoltă o mare varietate de formaţiuni patologice, apărute ca urmare a evoluţiei unor afecţiuni ale dinţilor sau a degenerării chistice sau tumorale a unor structuri ale acestora.

Chistul radicular este etapa finală de evoluţie a granulomului periapical. Se traduce radiologic printr-o zonă de osteoliză de formă regulată, rotundă sau ovală, net delimitată printr-un lizereu opac fin, care înconjoară vîrful rădăcinii (fig.426,a).

Chistul paradentar are probabil o etiopatogenie similară chistului osos esenţial; zona de osteoliză pe care o produce este mai puţin regulată şi mai puţin bine delimitată faţă de vecinătate decît în cazul acestuia.

Chistul folicular se dezvoltă în jurul unui dinte inclus sau al coroanei acestuia (fig.426,b).

Adamantinomul este o tumoare benignă formată din ţesuturi dentare embrionale. Produce zone de osteoliză unice, asemănătoare cu un chist, sau compartimentate prin prezenţa de septuri (fig.426,c); are de regulă contururi nete, iar la dimensiuni mari realizează suflarea osului.

Odontoamele sînt constituite din ţesuturi dentare mature (smalţ, dentină, cement) şi recunosc mai multe variante (intraosoase, intradentare, satelite ale rădăcinii). Forma odontoplastică se caracterizează printr-un conglomerat de "denticuli" (dinţi cu dezvoltare rudimentară).

10.13. Radiodiagnosticul coloanei vertebrale.

Coloana vertebrală reprezintă scheletul axial al corpului. Elementul constructiv de bază este reprezentat de *vertebră*, piesă osoasă de formă caracteristică, compusă dintr-un *corp*, un *arc* din care se desprind apofizele articulare, transverse şi spinoasă, *pediculi* care unesc arcul cu corpul vertebral, *lamele* vertebrale ce unesc masele laterale, formate din apofizele articulare, cu apofiza spinoasă şi *istmul*, care uneşte cele doua apofize articulare (superioară şi inferioară).

Vertebrele sînt grupate în cinci regiuni distincte ale coloanei: cervicală, toracală, lombară, sacrală şi cocciană; în zonele de tranziţie, ele pot prezenta aspecte morfologice care fac dificilă atribuirea apertenenţei lor la una din regiunile continue.

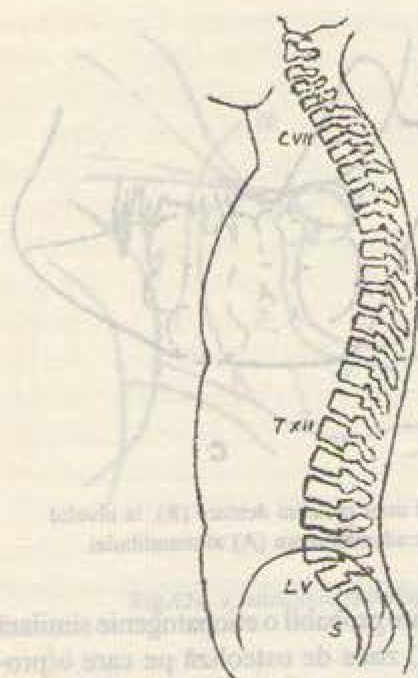




Fig.427. Schiţă anatomică reprezentînd curburile coloanei vertebrale în plan sagital (stînga). Imagine RMN în plan sagital a regiunilor toracală inferioară, lombară şi sacrală ale coloanei (dreapta).

Cu excepţia celor situate la extremităţile coloanei, vertebrele se încadrează într-un plan arhitectonic comun. Corpurile vertebrale au o formă cilindrică, dimensiunile lor crescînd treptat de la regiunea cervicală spre sacru, pentru a diminua brusc începînd cu vertebra 3-a sacrală.

Prima vertebră cervicală, *atlasul*, este lipsită de corp, care, în cursul dezvoltării embrionare, se sudează cu corpul celei de a doua vertebre, *axisul*, devenind apofiza odontoidă. Această modificare asigură posibilitatea mişcărilor de rotaţie a capului.

Suprafaţa caudală a unei vertebre este unită cu suprafaţa craniană a vertebrei subjacente prin *discul intervertebral*, formaţiune complexă, cu rol de amfiartroză, alcătuită dintr-un inel fibros marginal şi un nucleu pulpos central.

Privită în ansamblu, coloana vertebrală prezintă o serie de curburi, dispuse atît în planul sagital, cît şi în plan frontal. In planul sagital, se succed în sens cranio-caudal lordoză cervicală, cifoză toracală, lordoză lombară şi cifoză sacrală (fig.427); în plan frontal, este prezentă mai frecvent o uşoară scolioză dextroconvexă, corespunzînd vertebrelor T3-T5.

10.13.1. Aspectul radiologic al coloanei vertebrale normale

Reprezentarea completă a elementelor componente ale vertebrelor implică efectuarea de radiografii în mai multe poziţii: de faţă, de profil şi oblice (separate pentru partea dreaptă şi stîngă) (fig.428).

Imaginea de faţă (fig.428,a) permite examinarea contururilor corpurilor vertebrale (1, 2), poziţiei pediculilor (4), apofizelor transverse (3) şi unor detalii ale apofizelor spinoase (5).

Pe imaginea de profil (fig. 428, b) sînt reprezentate cu netitate corpurile vertebrale (8), pediculii (4), apofizele spinoase (5), unele detalii ale articulaţiilor mici (6, 7), ca şi spaţiile intervertebrale (9); în această poziţie pot fi apreciate şi curburile coloanei.

Poziţiile oblice se folosesc mai ales pentru evidenţierea găurilor de conjugare, a micilor articulaţii şi istmului (fig.428,c, 6, 7 şi 10).

10.13.1.1. *Regiunea suboccipitală* se examinează de faţă mai ales în incidenţa transbucală (cu gura larg deschisă). Pe imaginea obţinută (fig.429), *condilii occipitalului* apar ca două formaţiuni ovalare (1), care se articulează cu masele laterale ale *atlasului*, de formă patrulateră, dispuse de o parte şi de alta a odontoidei (7). *Axisul* (2) prezintă aceleaşi caractere ca şi celelalte vertebre cervicale, avînd în plus, ataşată pe linia corpurilor vertebrale, apofiza odontoidă (3). Aceasta este bine vizibilă şi pe radiografia de profil a coloanei cervicale superioare (fig.430,b).

10.13.1.2. Celelalte vertebre *cervicale* au caracterele generale descrise; corpurile vertebrale prezintă, ca parti-

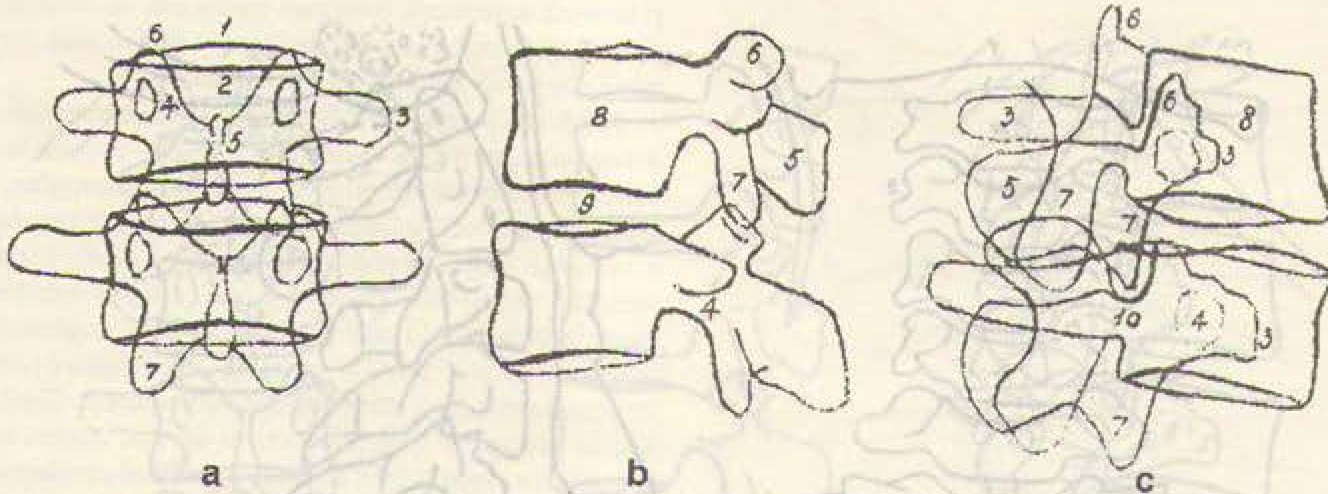


Fig. 428. Aspectul radiologic al elementelor arhitectonice ale vertebrelor pe imaginea de faţă (a), de profil (b) şi oblică (c). 1. marginea posterioară a suprafeţei discale; 2. marginea anterioară a suprafeţei discale; 3. apofiza transversă; 4. pediculul vertebral; 5. apofiza spinoasă; 6. apofiza articulară superioară; 7. apofiza articulară inferioară; 8. corp vertebral; 9. spaţiu intervertebral; 10. istmul arcului vertebral.

cularitate, pe conturul lor superior, la nivelul unghiurilor laterale, mici prelungiri ascuţite, *apofizele unciforme* (fig. 430, a, 10).

Radiografia de profil a coloanei cervicale (fig 430,b) evidenţiază corpurile vertebrale, spaţiile discale şi apofizele spinoase (2), cea mai dezvoltată dintre acestea aparţinînd vertebrei C7.

Pentru examinarea găurilor de conjugare sînt necesare radiografii efectuate în incidenţe oblice.

10.13.1.3. In regiunile *toracală* şi *lombară*, vertebrele se aseamănă ca formă dar se deosebesc prin dimensiuni şi prin poziţia apofizelor spinoase (fig.431 şi 432). Pe imaginea de faţă (fig.431,a; fig.432,a), corpurile vertebrale apar dreptunghiulare, cu contururile laterale uşor concave; de profil, concavitatea apare mai exprimată (pe conturul anterior şi posterior), mai ales în regiunea lombară (fig.432,b). Apofiza spinoasă a vertebrei L4 este cea mai scurtă şi are de obicei o orientare uşor ascendentă.

Pediculii vertebrali sînt bine vizibili pe radiografiile de profil (fig.431,b; 432,b,5); examinarea găurilor de conjugare este posibilă pe radiografia de profil (pentru coloana toracală) şi pe radiografii în poziţii oblice (pentru coloana lombară). Acestea din urmă sînt deseori practicate pentru relaţii deosebit de utile cu privire la micile articulaţii şi la starea istmurilor vertebrale pe care le oferă (fig.432,c).

10.13.1.4. *Osul sacral şi coccisul.* Format prin sudarea a 5 piese vertebrale, sacrumul apare ca o formaţiune osoasă unică, de formă piramidală. Pe radiografiile de faţă (fig. 433,a) se pun în evidenţă aripile sacrale (3), creasta mediană, formată prin contopirea spinoaselor (5) şi găurile sacrale (2); sînt, de asemenea, vizibile în mare măsură articulaţiile sacro-iliace (1).

Corpurile vertebrale coccigiene, rudimentare, apar ca mici piese osoase de formă aproximativ trapezoidală (fig.423,a, 9). Radiografia de profil a regiunii sacro-coccigiene (fig. 433,b) pune în evidenţă, pe lîngă detaliile arhitectonice proprii segmentelor osoase reprezentate, promontoriul (7), element important pentru practica obstetricală.



Fig.429. Regiunea suboccipitală (incidenţă transbucală). 1. condilii occipitali; 2. corpul axisului; 3. odontoida; 4. maxilarul superior; 5. mandibula; 6. spinoasa axisului; 7. masele laterale ale atlasului.

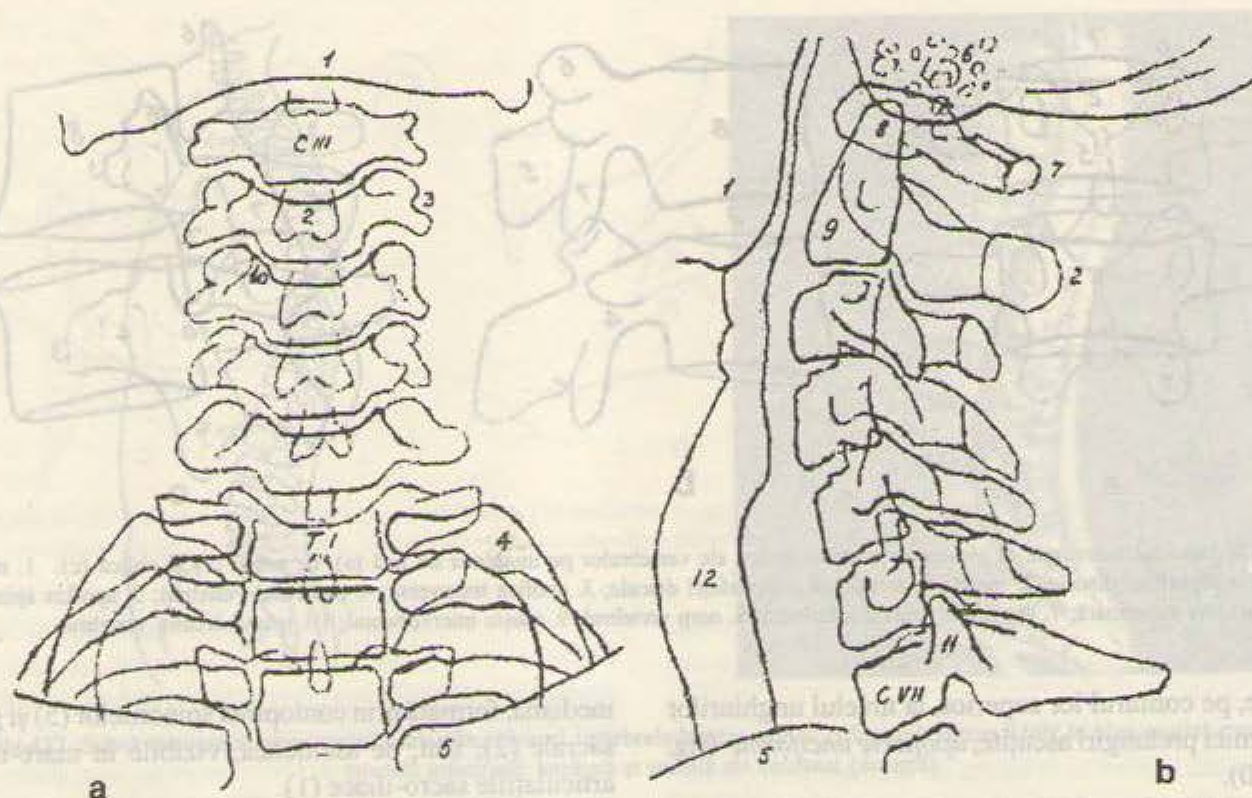


Fig.430. Imaginea radiologică a coloanei cervicale pe radiografia de faţă (a) şi de profil (b). 1. mandibula; 2. apofize spinoase; 3. apofize transverse; 4. arcuri costale; 5. clavicule; 6. mastoide; 7. arcul atlasului; 8. odontoida; 9. corpul axisului; 10. apofize unciforme; 11. apofize articulare; 12. traheea.

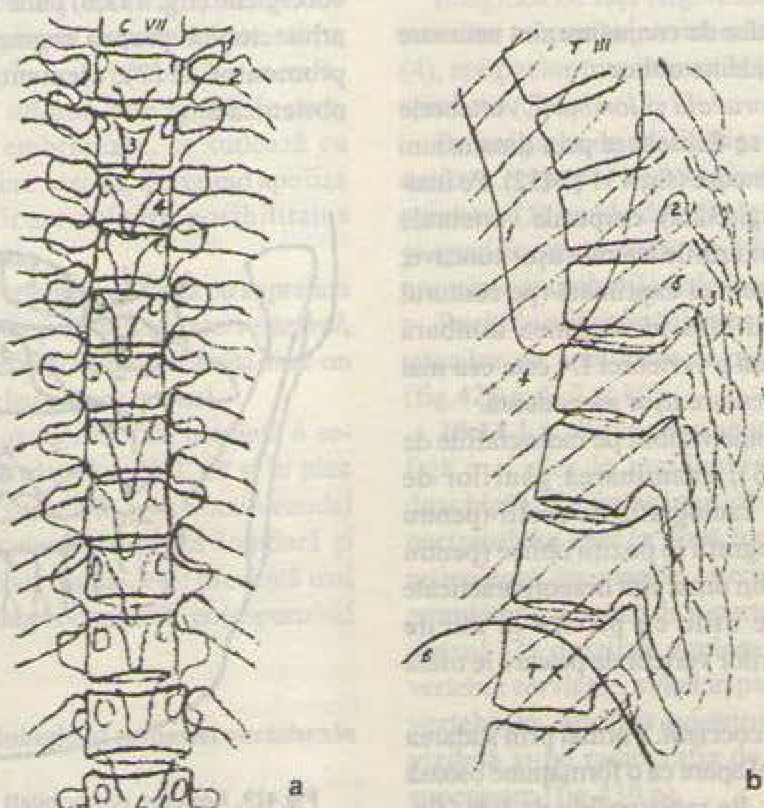


Fig.431. Imaginea radiologică a coloanei toracale pe radiografia de faţă (a) şi de profil (b). 1. omoplat; 2. gaură de conjugare; 3. spinoase; 4. coaste; 5. pedicul; 6. diafragm.

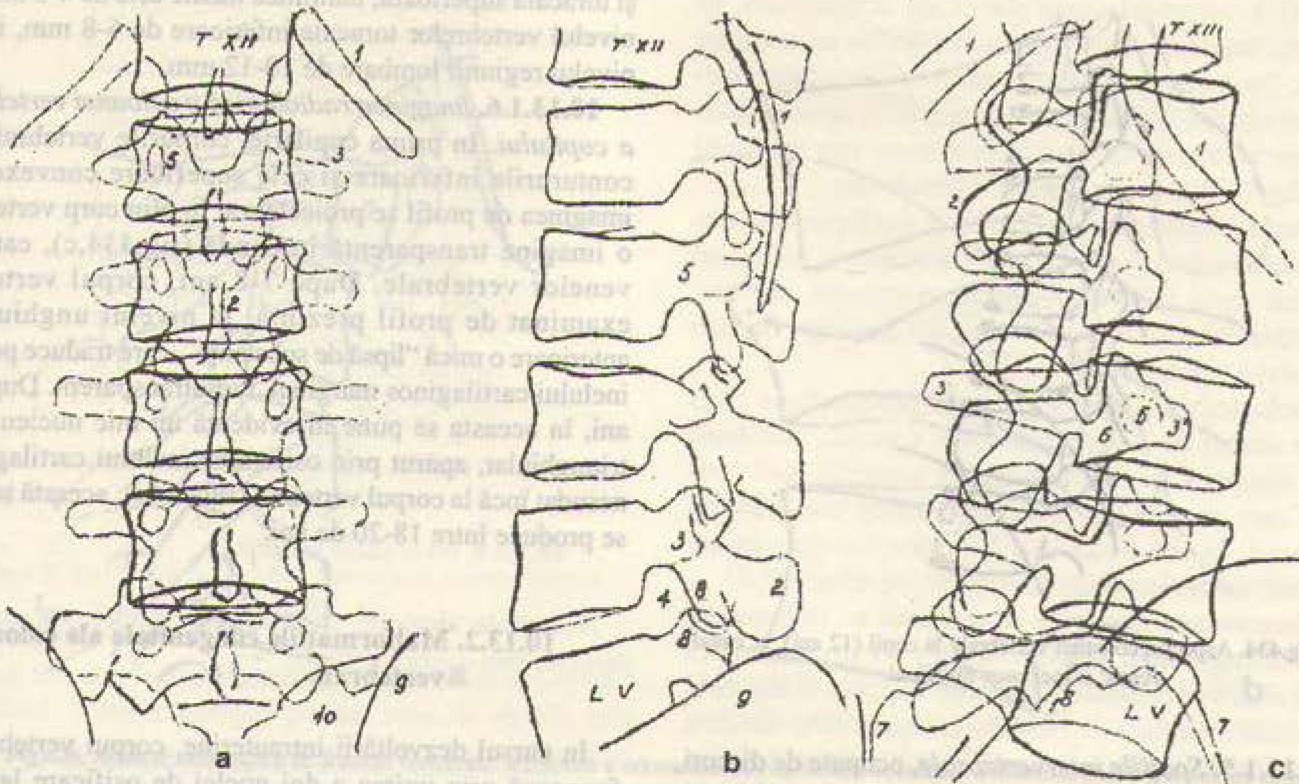


Fig.432. Imaginea radiologică a coloanei lombare pe radiografia de față (a), de profil (b) și oblică (c). 1. coasta XII; 2. apofize spinoase; 3. apofize transverse; 4. găuri de conjugare; 5. pediculi; 6. istm vertebral; 7. articulații sacro-iliace; 8. articulții mici; 9. osul iliac; 10. sacrum.

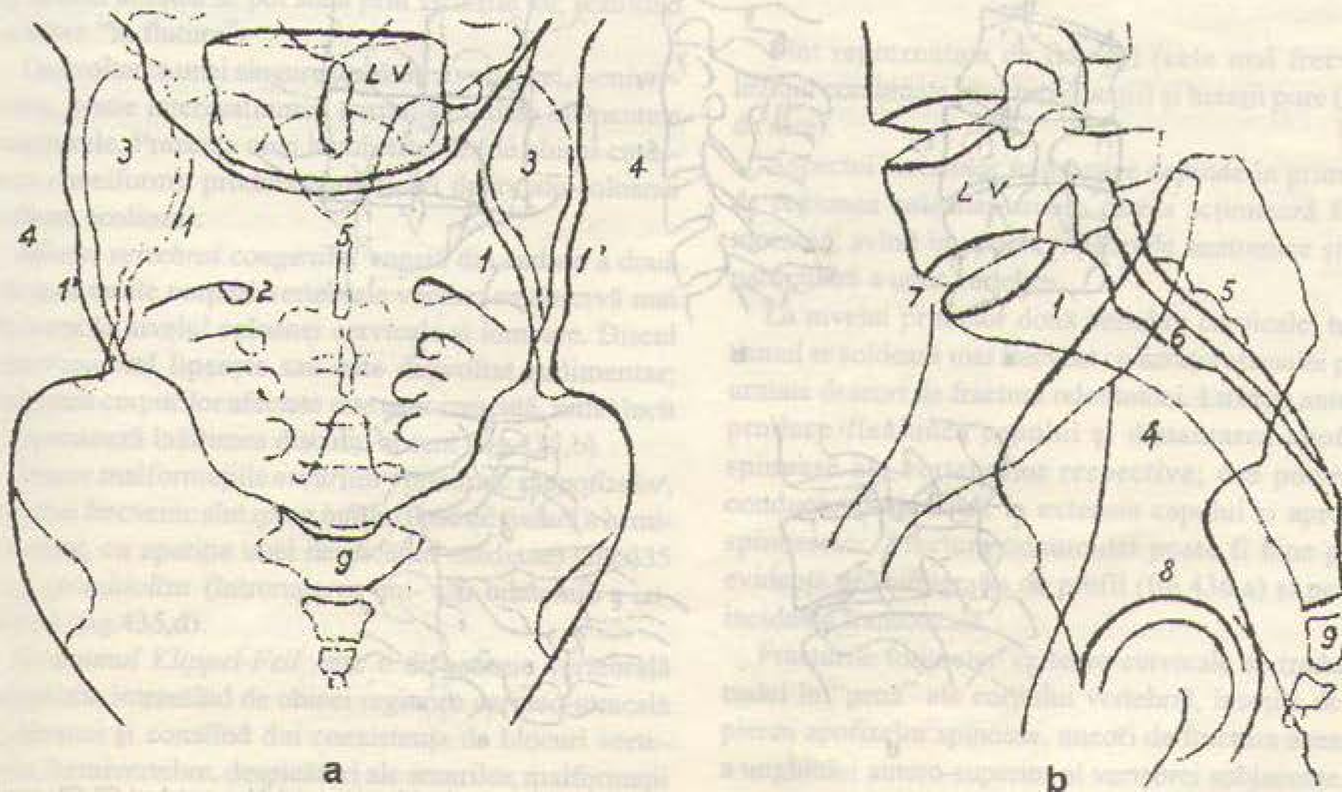


Fig.433. Imaginea radiologică a regiunii sacro-coccigiene pe radiografia de față (a) și de profil (b). 1. articulația sacro-iliacă; 2. găuri sacrate; 3. aripi sacrale; 4. aripi iliace; 5. creasta sacrală; 6. canal sacral; 7. promontoriu; 8. articulația coxofemurală; 9. coccis.



Fig.434. Aspectul coloanei vertebrale la copil (12 ani). c: canal venos; i: inel osos marginal.

10.13.1.5. *Spaţiile intervertebrale*, ocupate de discuri, se evidenţiază în toate regiunile coloanei, cel mai bine pe radiografiile de profil; înalţimea lor creşte în sens cranio-caudal, pînă la nivelul spaţiul L4-L5. In regiunea cervicală şi toracală superioară, înălţimea medie este de 4-5 mm, la nivelul vertebrelor toracale inferioare de 6-8 mm, iar la nivelul regiunii lombare de 10-12 mm.

10.13.1.6. *Imaginea radiologică a coloanei vertebrale a copilului.* In prima copilărie, corpurile vertebrale au contururile inferioare şi cele superioare convexe; pe imaginea de profil se proiectează, în plin corp vertebral, o imagine transparentă în bandă (fig.434,c), canalul venelor vertebrale. După 7-8 ani, corpul vertebral examinat de profil prezintă, la nivelul unghiurilor anterioare o mică "lipsă de substanţă", care traduce poziţia inelului cartilaginos marginal, radiotransparent. După 10 ani, în aceasta se pune în evidenţă un mic nucleu osos triunghiular, apărut prin osificarea inelului cartilaginos, nesudat încă la corpul vertebral (fig.434,i); această sudură se produce între 18-20 de ani.

10.13.2. Malformaţiile congenitale ale coloanei vertebrale

In cursul dezvoltării intrauterine, corpul vertebral se formează prin unirea a doi nuclei de osificare laterali. Absenţa acestui proces se soldează cu *despicătura*

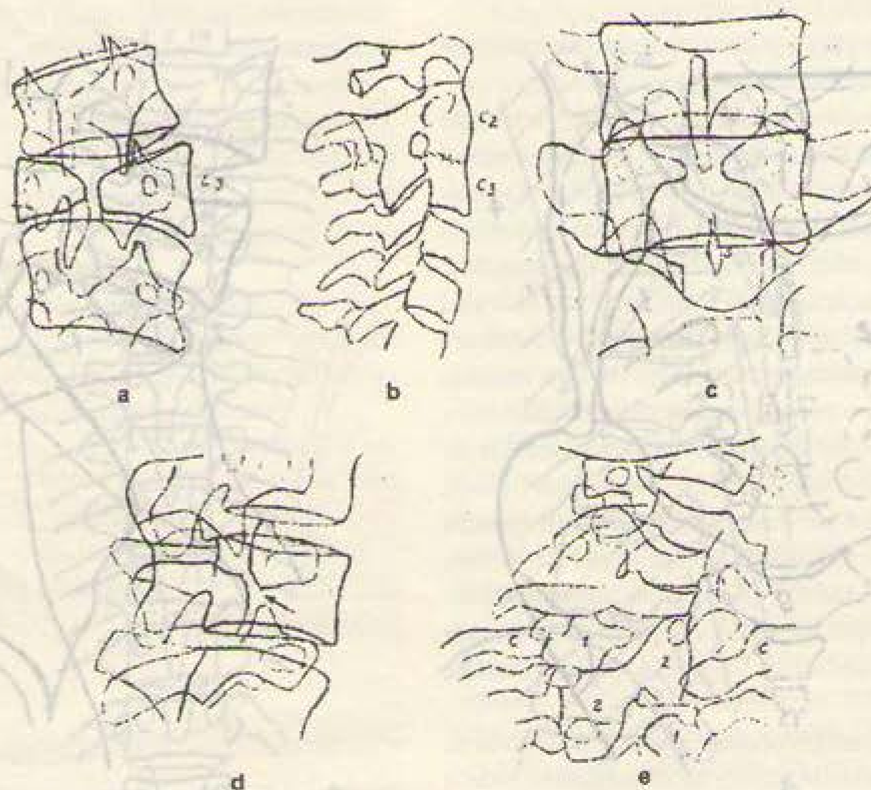


Fig.435. Malformaţii vertebrale. a:despicătura sagitală, cu prezenţa a două hemivertebre şi a două hemiarcuri; b:bloc vertebral C2-C3; c:spina bifida la nivelul vertebrei L5 şi sacrumului, apofiza spinoasă L5 izolată ("flotantă"); d:spondiloliză a istmului drept al vertebrei L4 (săgeata); e:sindrom Klippel-Feil (1. hemivertebre; 2. bloc de hemivertebre; c: coaste).



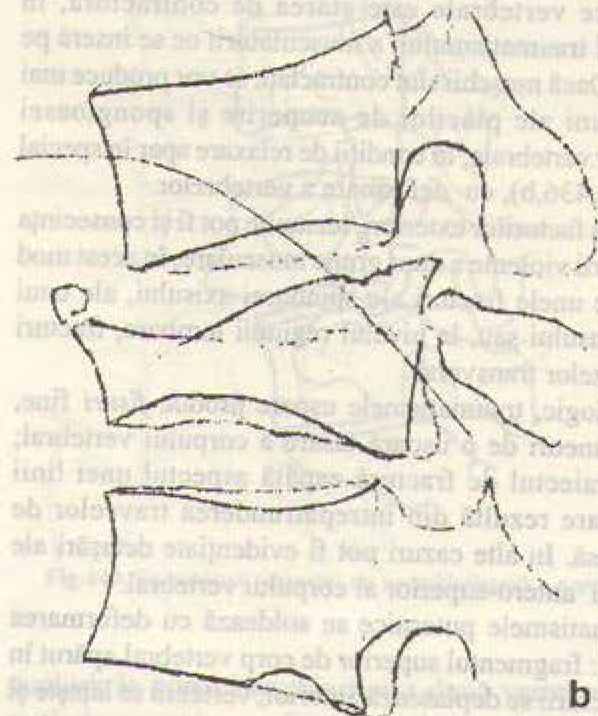


Fig.436. Aspecte radiologice de fracturi vertebrale. a:fractură a odontoidei (O) cu luxaţia anterioară a atlasului (A); b:fractură cu tasare a vertebrei L1.

sagitală: cele două jumătăţi (hemivertebre) de aspect cuneiform, rămîn separate printr-un sept membranos (fig.435 a); uneori acestea se pot suda prin vîrfurile lor, rezultînd vertebra "în fluture".

Dezvoltarea unei singure jumătăţi a vertebrei, *hemivertebra*, poate interesa numai corpul sau toate elementele structurale. Prezenţa unei hemivertebre (de obicei cu aspect cuneiform), produce modificări de ax ale coloanei (cifoze, scolioze).

Blocul vertebral congenital constă din sudura a două sau mai multe corpuri vertebrale vecine; se observă mai frecvent la nivelul coloanei cervicale şi lombare. Discul intervertebral lipseşte sau este dezvoltat rudimentar; înălţimea corpurilor afectate este uşor crescută, astfel încît compensează înălţimea discului absent (fig.435,b).

Dintre malformaţiile *arcurilor* vertebrale şi *apofizelor*, cele mai frecvente sînt *spina bifida* (lipsa de sudură a hemiarcurilor, cu apariţia unei despicături mediane) (fig.435 c) şi *spondiloliza* (întreruperea uni- sau bilaterală a istmului) (fig.435,d).

Sindromul Klippel-Feil este o disgenezie vertebrală complexă, interesînd de obicei regiunea cervico-toracală a coloanei şi constînd din coexistenţa de blocuri vertebrale, hemivertebre, despicături ale arcurilor, malformaţii costale etc. (fig.435,e). Anomalia produce o scurtare a gîtului, mai ales dacă vertebrele sînt şi reduse numeric.

10.13.3. Leziunile traumatice ale coloanei vertebrale

Sînt reprezentate de fracturi (cele mai frecvente), leziuni combinate (fracturi-luxaţii) şi luxaţii pure (extrem de rare).

Aspectul leziunilor traumatice depinde în primul rînd de regiunea coloanei asupra căreia acţionează factorul mecanic, avînd în vedere rapoartele anatomice şi forma particulară a unor vertebre.

La nivelul primelor două vertebre cervicale, traumatismul se soldează mai frecvent cu luxaţia atlasului pe axis, urmate deseori de fractura odontoidei. Luxaţia anterioară produce flexiunea capului şi distanţarea apofizelor spinoase ale vertebrelor respective; cea posterioară conduce, dimpotrivă, la extensia capului şi apropierea spinoaselor. Fractura odontoidei poate fi bine pusă în evidenţă pe radiografia de profil (fig.436,a) şi pe cea în incidenţă transbucală.

Fracturile ultimelor vertebre cervicale se traduc prin tasări în "pană" ale corpului vertebral, însoţite de apropierea apofizelor spinoase, uneori de fractura acestora şi a unghiului antero-superior al vertebrei subjacente.

Aceleaşi modificări sînt produse, în linii mari, de traumatismele ce afectează vertebrele toracale şi lombare.

Deosebit de importantă pentru caracterul unei leziuni traumatice vertebrale este starea de contractură, în momentul traumatismului, a musculaturii ce se inseră pe coloană. Dacă muşchii sînt contractaţi, se vor produce mai ales leziuni ale plăcilor de acoperire şi spongioasei corpurilor vertebrale; în condiţii de relaxare apar în special tasări (fig.436,b), cu deformare a vertebrelor.

In afara factorilor exteriori, leziunile pot fi şi consecinţa contracturii violente a unor grupe musculare; în acest mod se produc unele fracturi ale spinoasei axisului, ale unui arc al atlasului sau, la nivelul regiunii lombare, fracturi ale apofizelor transverse.

Radiologic, traumatismele uşoare produc *fisuri* fine, însoţite uneori de o uşoară tasare a corpului vertebral; alteori traiectul de fractură capătă aspectul unei linii opace, care rezultă din întrepătrunderea traveelor de spongioasă. In alte cazuri pot fi evidenţiate detaşări ale unghiului antero-superior al corpului vertebral.

Traumatismele puternice se soldează cu deformarea vertebrei: fragmentul superior de corp vertebral apărut în urma fracturii se deplasează anterior, vertebra se lăţeşte şi îşi diminuă înălţimea (fig.436,b). în cazuri rare, vertebra apare multifragmentată, inclusiv la nivelul arcurilor.

Discul intervertebral poate fi afectat de procesul traumatic, prezentînd de obicei fisuri. Radiologic acestea se pot traduce prin diminuarea înălţimii spaţiului intervertebral sau prin alunecarea anterioară a vertebrei suprajacente.

Vindecarea fracturilor corpului vertebral se realizează prin formarea de calus endostal, cea a arcurilor prin calus periostal. Fracturile apofizelor se soldează de regulă cu pseudartroze.

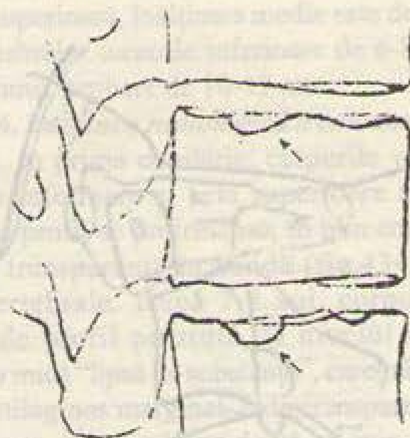


Fig.437. Hernii intraspongioase (săgeţi)

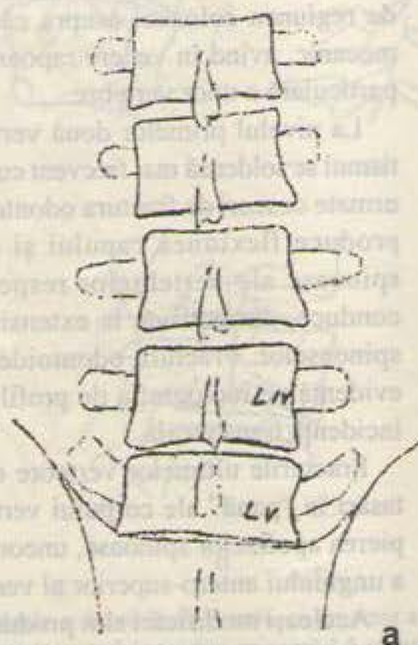
10.13.4. Necrozele aseptice

Necrozele aseptice cu localizare vertebrală au fost descrise într-o altă secţiune.

10.13.5. Afecţiunile discului intervetebral.

10.13.5.1. *Herniile de disc.* Structurile discului, în special nucleul pulpos, pot suferi alterări însoţite de dislocarea lor parţială, care se poate produce spre corpul vertebrelor vecine (herniile intraspongioase) sau spre regiunile care înconjoară discul.

Herniile intraspongioase (nodulii Schmorl) apar prin prolabarea de ţesut discal, favorizată de soluţii de conti-



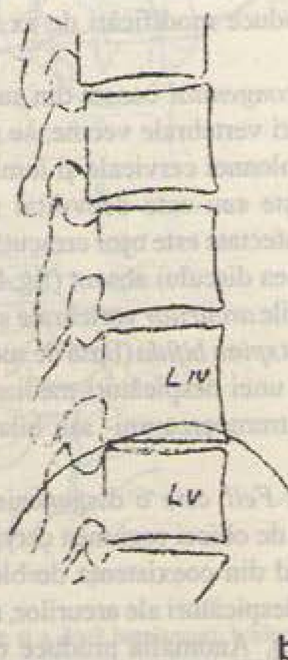


Fig.438. Triada Barr. Aspecte radiologice produse de hernia posterioară a discului L4-L5 pe imaginea de faţă (a) şi de profil (b).

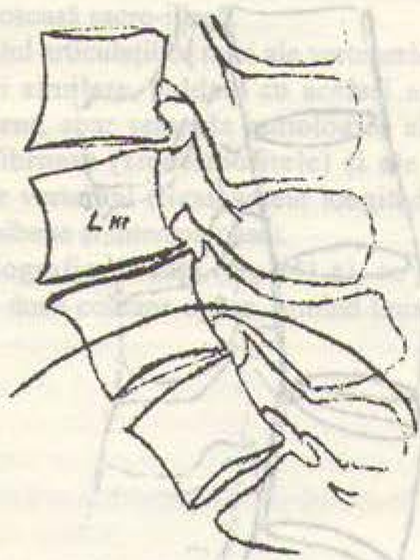


Fig.439. Spondiloză deformantă. Osteofitoză şi osteocondroză la L3-L4.

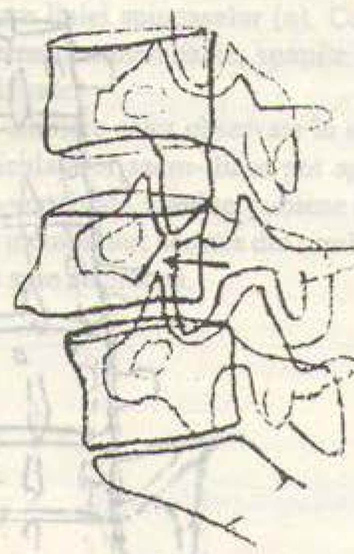


Fig.440. Spondiloză (săgeata) cu spondilolisteză a vertebrei L4.

nuitate ale plăcii cartilaginoase de acoperire a corpului vertebral. Nodulii herniari produc zone de atrofie prin presiune, traduse radiologic sub forma unor adîncituri circumscrise ale contururilor corpurilor vertebrale, delimitate uneori de un lizereu opac fin (fig.437). Nodulii respectivi pot prezenta calcificări, iar în cazul herniilor voluminoase înălţimea spaţiului intervetebral respectiv poate fi diminuată.

In situaţii particulare, nodulii herniari pot crea lipsuri de substanţă la nivelul unghiurilor anterioare ale corpurilor vertebrale sau dislocări ale unor porţiuni din creasta osoasă marginală, cu aspect radiologic de traiecte de fractură.

Herniile posterioare se pot manifesta radiologic prin semne indirecte, de probabilitate, alcătuind aşa-numita "triadă Barr": scolioză, reducerea lordozei (cervicale sau lombare) şi micşorarea în înălţime a spaţiului intervetebral (fig.438). Mai rar, în unele forme recente, prezenţa nucleului herniar în vecinătatea unghiurilor posterioare ale vertebrelor poate produce demineralizarea sau atrofia prin presiune a acestora.

10.13.5.2. *Degenerarea discală* realizează, prin consecinţele ei, tabloul clinico-radiologic al *spondilozei deformante*.

Manifestarea radiologică cea mai pregnantă şi cea mai comună a acesteia este *osteofitoza*, consecinţă a degenerării inelului fibros marginal, care suferă tracţiuni neobişnuite la locul de inserţie pe corpul vertebral, datorită solidarităţii lui cu aparatul ligamentar vecin.

Osteofitele produc deformări prin exces de os ale unghiurilor vertebrale (fig.439); deseori sînt dispuse în cupluri, la nivelul unghiurilor a două vertebre vecine, putîndu-se suda, cu formarea de punţi osoase intervetebrale (vezi fig.358,f,1). Ele pot interesa oricare regiune a coloanei, sau intreaga coloană; frecvenţa lor este însă mai mare la nivelul regiunilor intens solicitate mecanic (cervicală şi lombară).

Degenerescenţa discală se traduce, de asemenea, în unele cazuri, prin diminuarea înălţimii spaţiului intervetebral.

In etapele evolutive avansate, procesul degenerativ se extinde la nivelul plăcii cartilagionase de acoperire, realizînd aspectul radiologic al *osteocondrozei* vertebrale. Aceasta se traduce prin diminuarea înălţimii spaţiului intervetebral şi condensarea (prin osteoscleroză) a suprafeţelor osoase discale, care capătă şi contururi neregulate (fig.439). In cazuri mai rare, în spaţiul intervertebral pot apare calcificări sau osificări în diferite structuri ale discului.

10.13.6. Dislocările vertebrale

Procesele degenerative ale discului se soldează deseori cu reducerea rezistenţei lui mecanice, urmată de relaxare, care permite alunecarea vertebrei suprajacente, împreună cu segmentul de coloană situat deaspura ei, în diferite direcţii.

10.13.6.1. *Dislocările posterioare* se produc mai ales în regiunea lombară, unde sînt favorizate de condiţiile anatomice proprii vertebrelor şi musculaturii regionale. Radiologic se traduc prin decalajul corepunzător al

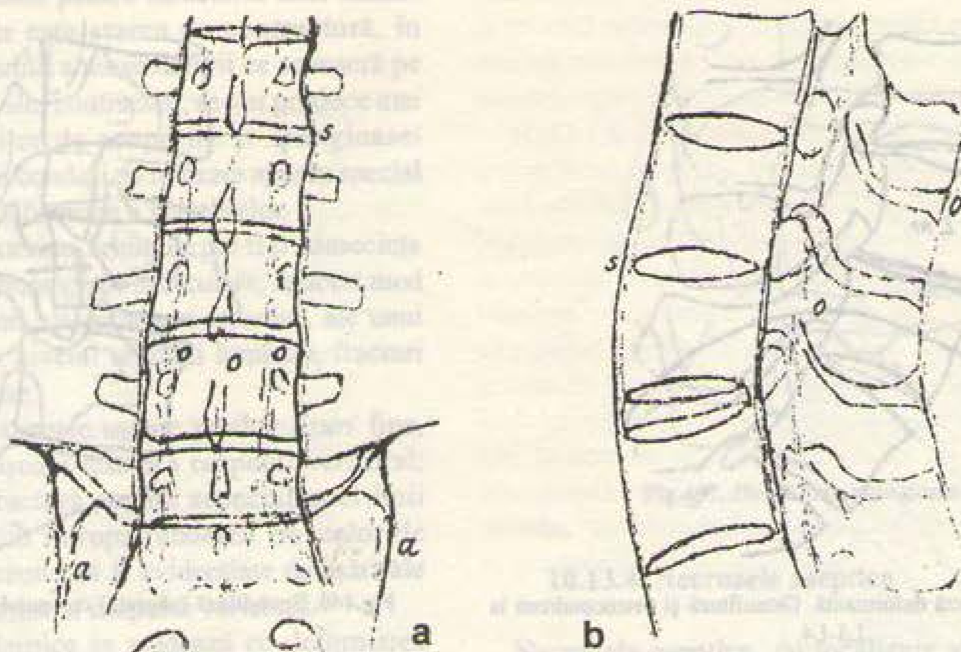


Fig.441. Spondilartrită anchilopoetică. Sindesmofite (s), osificarea sistemelor ligamentare (o), anchiloză sacro-iliacă (a).

unghiurilor posterioare a două vertebre vecine (vizibil pe radiografia de profil) şi, de obicei, printr-o diminuare discretă a spaţiului intervertebral respectiv.

10.13.6.2. *Dislocările laterale* sînt de regulă consecinţa unor scolioze accentuate, de cauze variate. Alunecarea laterală se însoţeşte de rotaţia segmentului suprajacent al coloanei, în special în sensul convexităţii scoliozei.

10.13.6.3. *Dislocările anterioare.* Mecanismul de producere a acestor dislocări implică, pe lîngă degenerescenţa discală, spondiloliza istmică bilaterală a unei vertebre, de natură congenitală sau dobîndită. Forma de alunecare vertebrală anterioară produsă pe această cale este denumită *spondilolisteză*.

Radiologic, spondiloliza apare sub forma unei discontinuităţi a istmului interarticular, bine vizibilă pe radiografiile în incidenţe oblice sau laterale (fig.435,d). Dislocarea propriu-zisă este aparentă pe radiografia de profil (fig.440), care evidenţiază şi îngustarea găurii de conjugare, în sens antero-posterior.

Dislocarea anterioară fără spondiloliză este rară şi puţin exprimată.

10.13.7. Modificările de curbură ale coloanei vertebrale

Curburile neobişnuite ale coloanei, apărute în condiţii patologice, pot avea aspecte diferite.

Cifozele patologice pot apare în orice regiune a coloanei şi se însoţesc funcţional de rigiditatea fixată a segmentului respectiv. Principalele cauze sînt reprezentate de rahitism, cifoza juvenilă sau senilă, vertebra cuneiformă, tuber-culoză, procese tumorale etc.

Lordoza anormală este mai frecvent o stare compensatoare care însoţeşte o cifoză.

Scoliozele au o etiologie foarte variată (congenitală, rahitică, juvenilă, neuropatică, cicatricială); ele pot avea consecinţe serioase asupra staticii întregii coloane şi bazinului (în speţă trunchiului) şi capului.

10.13.8. Spondilartrita anchilopoetică (boala Bechterew-Pierre Marie)

Este o afecţiune inflamatorie care afectează sistemul ligamentar vertebral, articulaţiile vertebrelor şi articulaţiile proximale ale membrelor; interesează mai ales persoanele tinere (în special bărbaţi), şi evoluează progresiv, în pusee ce creează condiţii favorabile de osteogeneză. In acest mod, se instalează treptat, progresiv, rigiditatea diverselor segmente ale coloanei, prin osificarea ligamentelor.

Radiologic, primele modificări sînt consemnate la nivelul articulaţiilor sacro-iliace; ele constau din demineralizarea regiunilor osoase juxtaarticulare şi din ştergerea conturilor suprafeţelor articulaţiilor. După luni sau ani

de evoluţie, apare scleroza periarticulară şi în final anchiloza osoasă sacro-iliacă.

La nivelul articulaţiilor mici ale vertebrelor se produc modificări similare, soldate cu acelaşi aspect final. Concomitent, apar semnele radiologice ale osificării inelelor fibroase (sindesmofitele) şi ale sistemului ligamentar vertebral (ligamentele longitudinale, ligamentele galbene şi interspinoase).

Pe radiografia de faţă (fig.441,a), se evidenţiază prezenţa a două coloane opace, urmînd linia pediculilor vertebrali, între care se intercalează o a treia, mediană, corespunzătoare liniei spinoaselor (o). Corpurile vertebrale apar intens demineralizate; spaţiile intervetebrale rămîn nemodificate.

Modificări similare celor observate în stadiile iniţiale la nivelul articulaţiilor sacro-iliace pot apare şi la articulaţiile costo-vertebrale, simfizei pubiene şi articulaţiilor proximale ale membrelor; acestea din urmă nu evoluează însă niciodată spre anchiloză.

CAPITOLUL 11
NOȚIUNI ELEMENTARE DE RADIOBIOLOGIE

11.1. Radiații ionizante

Una din trăsăturile fizice fundamentale ale radiației X este, așa cum am văzut într-un capitol precedent, *ionizarea* mediului străbătut, consecință a interacțiilor elementare cu atomii mediului, de tipul efectului fotoelectric sau efectului Compton.

In cazul radiațiilor cu energie foarte ridicată (peste 1 MeV), se poate produce o a treia interacție elementară, *formarea de perechi de particule*, care se soldează, de asemenea, cu apariția de ioni.

Această trăsătură este comună unei largi categorii de radiații: X, gamma, fascicule de electroni, protoni, neutroni, mezoni etc. Capacitatea de ionizare se datorează faptului că toate aceste radiații posedă o energie cuantică suficient de mare pentru a smulge electroni din atomii mediului (ionizare) sau a-i plasa în stări superioare ca nivel energetic stării fundamentale a atomului (excitări). Aceste radiații sînt denumite generic *radiații ionizante*.

Ionizările și excitările atomice se situează la baza *modificărilor chimice* consemnate în mediul străbătut de asemenea radiații.

Moleculele ce conțin atomi ionizați sau excitați dobîndesc o reactivitate chimică particulară; ele sînt instabile, intră rapid în combinație cu moleculele vecine, sau, în cazul în care au o structură complexă, (biomoleculele) se scindează. Alteori apar, dimpotrivă, legături intermoleculare neobișnuite.

Ionizarea moleculelor de apă se soldează cu aparția așa-numiților "radicali liberi", de forma -OH•, -H• etc., care se combină între ei (rezultînd mai ales H_2O_2), sau cu moleculele apropiate, pe care le alterează.

Dacă mediul străbătut de radiații este o structură biologică, aceste modificări chimice se vor traduce în final prin alterarea proprietăților specific biologice, adică prin *efecte biologice*.

11.2. Noțiuni de dozimetrie a radiațiilor

Prin ionizările și excitările produse, fasciculul de radiații cedează mediului o cantitate din energia proprie inițială, care este absorbită și care determină apariția efectelor radiobiologice consemnate în final. Acest aspect al interacției dintre radiații și mediul biologic creează necesitatea definirii cantitative a energiei absorbite, adică a *dozimetriei radiațiilor*.

Unitatea de doză absorbită, cunoscută în virtutea unei îndelungate practici, este *radul* (rd); 1 rad = 100 ergi/gram de materie. In 1975, CIUMR (Comisia Internațională pentru Unități de Măsură Radiologică) a introdus o nouă unitate, concordantă cu actualul sistem intenațional (SI) de unități de măsură, *Gray*-ul (Gy), echivalent cu 1 Joule/kg, adică 100 rad.

Intrucît organismul uman poate fi expus, terapeutic sau accidental, la radiații ionizante de natură variată, cu efecte biologice de intensitate diferită, s-a creat necesitatea stabilirii unei unități de măsură a *dozei biologice*. Această unitate o reprezintă *rem*-ul (röntgen equivalent man), cantitatea de energie ionizantă de orice tip care produce același efect biologic ca 1 rad de radiație "standard" (radiația X de 250 kV).

In prezent, în concordanță cu unitățile noului sistem internațional (SI), unitatea de măsură admisă este *Sievert*-ul (Si), care este doza de radiație ionizantă cu același efect biologic ca al unui Gray (100 rad) de radiație standard.

11.3 Efectele radiobiologice

Efectele radiobiologice sînt multiple și de factură foarte variată, încă incomplet cunoscute. Ele pot fi studiate pe diverse trepte de organizare a materiei vii, adică la nivel

subcelular (biochimic), la nivelul celulelor, ţesuturilor şi organelor sau la nivelul organismului.

11.3.1. Nivelul subcelular

Principalele efecte produse de radiaţii sînt reprezentate de alterări ale macromoleculelor (proteine, enzime şi, în mod deosebit, acizi nucleici). Alterarea moleculelor de ADN, purtătoare ale informaţiei genetice, capătă o semnificaţie cu totul particulară.

Modificările moleculelor de ADN sînt în general ireversibile; întrucît ele afectează în general genele pe care le poartă aceste molecule, capătă semnificaţia unor mutaţii şi se transmit descendenţilor celulelor respective în cursul procesului de mitoză.

Dacă mutaţiile afectează celule somatice, rezultă deficite morfo-funcţionale de gravitate variabilă ale ţesutului respectiv. Mutaţiile celulelor germinative gonadice se pot solda cu anomalii şi malformaţii congenitale ale urmaşilor persoanelor iradiate.

11.3.2. Nivelul celular

Unul dintre cele mai remarcabile efecte la acest nivel este acela de *moarte mitotică a celulei*.

După iradierea cu un anumit nivel de doză, celula nu manifestă aparent nici o modificare în desfăşurarea proprietăţilor vitale. In momentul în care trebuie să se producă mitoza, celula respectivă se vădeşte incapabilă de diviziune şi, în consecinţă, moare. Moartea mitotică a celulei se datorează alterării materialului ei genetic (ADN, cromozomi) şi se produce, pentru toate celulele de mamifere, după iradierea cu doze cuprinse între 90 şi 200 rd (cGy). Efectul este deosebit de critic pentru celulele care în mod obişnuit se află în diviziune rapidă (de exemplu celulele epiteliului intestinal sau celulele hematoformatoare); el este greu sau imposibil de evidenţiat în cazul celulelor ce se divid la intervale foarte lungi (parenchime glandulare) sau nu se mai divid (ţesutul nervos la adult).

Efectul de moarte mitotică celulară este larg folosit în radioterapia antitumorală.

11.3.3. Nivelul ţesuturilor

Efectul iradierii depinde substanţial de ritmul de diviziune al celulelor componente, reflectat de aşa-numitul "indice mitotic" (proporţia de celule aflate în diviziune în raport cu totalitatea populaţiei celulare). Ţesuturile care conţin un număr mare de celule în diviziune (epiteliul intestinal, ţesuturile hematoformatoare, ţesutul tumoral malign) suferă o depopulare rapidă, ca rezultat al efectului de moarte mitotică celulară, dar ele se pot repopula la fel de rapid, în cursul procesului de refacere, prin diviziunea celulelor rămase nealterate. Ţesuturile cu indice mitotic scăzut sau absent (formate în general din celule diferenţiate) nu vor suferi modificări morfologice aparente; la nivelul lor pot fi însă evidenţiate după iradiere modificări ale activităţii funcţionale (în sensul creşterii sau reducerii acesteia).

Dozele mici de radiaţii (de ordinul cîtorva zeci de rd) produc în general efecte funcţionale stimulante, materializate prin accentuarea metabolismului şi creşterea activităţii specifice. La doze mai mari (cîteva sute de rd), se observă, dimpotrivă, o reducere, în grade diferite, a acestei activităţi.

11.3.4. Nivelul organelor

La nivelul organelor, efectele sînt dependente de tipul ţesuturilor componente. Organele ce conţin ţesuturi cu indice mitotic ridicat vor resimţi efectele depopulării intense a acestora. Organele bogate în ţesut parenchimatos, înalt diferenţat, vor manifesta în principiu modificări ale nivelului lor funcţional, dependente de mărimea dozei administrate, în timp ce modificările morfologice vor fi mai puţin aparente.

O importanţa decisivă pentru desfăşurarea efectului radiobiologic la nivelul organelor o are comportamentul faţă de iradiere al ţesutului vasculo-conjunctiv care constituie stroma organelor respective şi care asigură troficitatea lor. Dacă doza de radiaţii nu alterează acest ţesut (în alţi termeni, nu îi depăşeşte toleranţa), un organ care conţine ţesuturi cu indice mitotic mare şi care se va depopula după iradiere, poate să se refacă ulterior din punct de vedere morfologic şi funcţional. Dimpotrivă, dacă doza depăşeşte toleranţa ţesutului vasculo-conjunctiv, parenchimul format din ţesuturi înalt diferenţiate, radiorezistente, va suferi urmările deficitului de troficitate şi va manifesta alterări progresive, ireversibile.

Se poate afirma deci că toleranţa organelor faţă de iradiere se identifică cu toleranţa ţesutului vasculo-conjunctiv pe care îl posedă. Această toleranţă este aproximativ aceeaşi pentru toate organele considerate. Doza maximă tolerată, care nu produce alterări ireversibile, măsoară 1600-1800 cGy în aplicare unică, sau echivalentul acestei mărimi, dacă doza se administrează în mai multe fracţiuni.

Depăşirea acesei doze se soldează cu degenerarea fibroasă a structurilor conjunctive şi cu alterarea definitivă a formaţiunilor vasculare. Rezultatul final va fi, aşa cum am văzut, alterarea progresivă a parenchimului radiorezistent, care va suferi pe cale indirectă acţiunea radiaţiilor.

11.3.5. Nivelul organismelor

Iradierea produce o serie de manifestări de factură extrem de variată, care depind în esenţa de mărimea dozei administrate şi de volumul din organism expus iradierii. Ele sînt cuprinse în noţiunea de "boală de iradiere"; termenul este vag şi nu poate căpăta un sens explicit fără precizarea circumstanţelor iradierii.

11.3.5.1. *Iradierea acută* a întregului organism uman cu o doză unică mare (peste 350 cGy) se soldează cu moartea acestuia.

La o doză unică de ordinul cîtorva mii de cGy, moartea survine la un interval de mai multe ore pînă la 2-3 zile de la iradiere şi se datorează unui sindrom al sistemului nervos central, dominat de hipertensiune intracraniană şi prăbuşirea tensiunii arteriale. După o doză de aproximativ 1000 cGy, moartea survine într-un interval de cel mult cîteva săptămîni de la iradiere şi este datorată sindromului gastro-intestinal produs de depopularea intensă a epiteliului tubului digestiv şi invadarea organismului de către flora bacteriană intenstinală.

Iradierea acută a întregului organism cu doze de nivelul celor menţionate mai înainte (şi care apare, evident, numai în condiţii accidentale) se soldează implacabil cu moartea subiectului interesat; nu se cunosc supravieţuiri după asemenea doze, nici mijloace terapeutice capabile să evite decesul celui iradiat.

La doze de ordinul cîtorva sute de cGy, moartea, atunci cînd survine, este rezultatul lezării sistemului hematopoetic. Celulele precursoare, mitotic active, sînt ucise prin iradiere şi prin aceasta, sursa de hematii, leucocite şi plachete mature este redusă sau suspendată. Efectul iradierii devine aparent atunci cînd celulele circulante mature îşi încheie ciclul vital şi încep să moară, fără a fi înlocuite în mod adecvat de către generaţiile ai căror precursori au fost ucişi prin iradiere. Moartea apare în aceasta perioadă datorită infecţiilor şi hemoragiilor, ca şi depresiei sistemului imunitar. Ea este precedată de o perioadă de latenţă de 3-4 săptămîni şi poate fi prevenită printr-o îngrijire adecvată, constînd în special din evitarea posibilităţilor de infecţie.

Definirea cantitativă a incidenţei mortalităţii prin acest efect foloseşte conceptul de "doză letală medie" sau "doză letală 50%", adică doza care produce într-un interval de timp specificat moartea a jumătate din populaţia supusă observaţiei sau experimentului de laborator. Pentru om, doza care produce efectul respectiv la 30 zile de la iradiere (adică DL50/30) este evaluată la aproximativ 350 cGy.

Intr-o populaţie umană sau animală există o mare variabilitate individuală în manifestarea răspunsului la iradierea cu doze de acest ordin. Această variabilitate este determinată de factori constituţionali de natură diferită (de exemplu, indivizii tineri şi cei bătrîni apar mai radiosensibili decît adulţii de vîrstă medie; femeile tolerează în general doze mai mari decît bărbaţii).

DL50/30, adică doza care poduce o letalitate de 50% la un interval de 30 de zile de la iradiere, este aleasă ca valoare de referinţă, întrucît la acest interval se consemnează cea mai mare proporţie de decese în cadrul populaţiei iradiate.

Aşa cum se poate deduce, efectele iradierii acute cu doze mari rezultă din uciderea de celule aparţinînd unor categorii "critice", soldată la un interval scurt cu moartea organismului.

11.3.5.2. *Iradierea repetată* cu doze mici produce în esenţă aceleaşi rezultate ca şi o iradiere acută cu o doză unică situată sub nivelul dozei letale medii: organismul supravieţuieşte iar efectele iradierii vor deveni manifeste după un interval lung. Asemenea efecte sînt denumite efecte tardive iar perioada care le precede, perioadă de latenţă; ele se datorează lezării ireparabile a materialului genetic al celulelor care supravieţuiesc expunerii la radiaţii.

Observarea experimentală sau clinică a efectelor tardive este mult mai dificilă, datorită multitudinii şi variabilităţii manifestărilor posibile, ca şi intervalului la care pot apare. De obicei, efectele tardive sînt discutate sub trei aspecte fundamentale: scurtarea nespecifică a vieţii, carcinogeneza şi anomaliile genetice ale urmaşilor.

a. *Scurtarea nespecifică a vieţii*. După unele studii experimentale practicate pe animale, iradierea cu doze subletale produce scurtarea vieţii în loturile respective, datorită accelerării tuturor proceselor care în mod obişnuit conduc la moarte. Simptomele ce materializează rezultatul tardiv al iradierii sugerează o "îmbătrînire precoce", radioindusă, a organismelor respective. Un asemenea efect nu a putut fi însă demonstrat pe organismul uman.

In realitate, în grupele de populaţie umană supuse iradierii cu doze mici repetate (de pildă în condiţii particulare de activitate profesională), scurtarea vieţii se datorează probabil în întregime carcinogenezei radioinduse. Acest fapt concordă şi cu rezultatele unor studii experimentale efectuate pe animale.

b. *Cancerogeneza indusă de radiaţii.* Posibilitatea dezvoltării de tumori maligne în urma iradierii organismelor cu doze subletale este atestată de studii experimentale, ca şi de date statistice cu privire la incidenţa acestor tumori în grupuri şi categorii ale populaţiei umane supuse unor iradieri cu asemenea doze (iradiaţi profesional, medical sau accidental). Implicarea iradierii cu doze de ordinul cîtorva zeci, pînă la cîteva sute de cGy a ţesuturilor hematopoetice în dezvoltarea ulterioară a unor forme de leucemie este convingător demonstrată; este posibil ca doze de acelaşi ordin să determine apariţia de cancere tiroidiene, mamare şi pulmonare, la subiecţii supuşi iradierii pe regiunile respective.

Cancere ale pielii au fost frecvent observate la radiologi şi dermatologi care mînuiau surse sau aparatură radiologică medicală, în perioada în care nu se acorda atenţie radioprotecţiei. In rîndurile muncitorilor ce foloseau în trecut vopsele cu săruri de radiu au fost semnalate frecvente tumori osoase.

Printre supravieţuitorii bombardamentelor nucleare de la Hiroshima şi Nagasaki – cel mai larg grup uman iradiat cu doze subletale – incidenţa leucemiei şi a altor forme de neoplasme maligne a fost găsită în mod cert crescută.

Mecanismul carcinogenezei radioinduse este incomplet cunoscut; mutaţiile produse în celulele ţesutului iradiat reprezintă, probabil, factorul determinant iniţial, care creează condiţii favorizante proliferării neoplazice, pe cale directă sau indirectă.

In general, între iradiere şi apariţia tumorii, există o perioadă de latenţă lungă, în care ţesutul respectiv nu prezintă nici o manifestare anormală. Această perioadă, în medie de 5-9 ani în cazul leucemiei, poate atinge 20 sau 30 de ani în cazul altor forme de cancer.

c. *Anomaliile genetice.* Studiul caracterelor observabile, de la particularităţile structurale moleculare, pînă la cele morfologice şi de comportament, constituie obiectul *geneticii.*

Pe calea celulelor germinative, informaţia este transmisă de la o generaţie la cea următoare prin intermediul cromozomilor, a căror componentă esenţială este acidul dezoxiribonucleic (ADN), o moleculă complexă, avînd un suport format dintr-o grupare glucidică fosfatată, de care sînt ataşate "bazele". La om, bazele sînt reprezentate de 4 acizi nucleici (timina, citozina, adenina şi guanina), a căror secvenţă în molecula de ADN constituie codul genetic prin care informaţia trece de la o generaţie la alta. Dacă această secvenţă este alterată, se produce o modificare a informaţiei genetice, denumită *mutaţie.* O mutaţie poate rezulta din cauze naturale necunoscute ("spontană") sau este determinată de un număr de agenţi nocivi, dintre care iradierea este cunoscută ca fiind deosebit de eficace.

Atunci cînd o mutaţie apare într-o celulă germinativă, consecinţa va fi resimţită numai în generaţia următoare. O asemenea mutaţie poate fi *dominantă,* în care caz se va exprima la descendenţii imediaţi ai celulei ce a suferit mutaţia, sau *recesivă,* căpătînd expresie numai dacă ambele seturi de cromozomi din care se formează celula-ou au aceeşi mutaţie sau dacă nu există o genă dominantă care să mascheze caracterul ei recesiv.

Indiferent de origine, majoritatea mutaţiilor sînt *detrimentale,* adică alterează proprietăţile biologice definitorii ale speciei. Fiecare individ poartă o încărcătură de gene defecte, care, în ansamblu, tind să-i diminueze competenţa biologică. In natură se stabileşte un echilibru între producerea de noi mutaţii şi selecţia naturală împotriva genelor detrimentale. Astfel, în specia umană, se estimează că una din 10 persoane fie că este incapabilă să se reproducă, fie moare înainte de maturitate, datorită defectelor genetice.

Viaţa pe pămînt a fost continuu supusă la iradierea cosmică, încă de la începuturile ei. Este deci de aşteptat că orice tip de mutaţie posibilă s-a produs într-un moment sau altul; în consecinţă, radiaţiile produse de om nu crează nici un tip nou de mutaţii, dar pot creşte incidenţa naturală a întregului spectru de mutaţii cunoscut.

Mutaţiile cromozomiale, de forma rupturilor, interschimbărilor sau inversiunilor, duc inevitabil la apariţia unui făt neviabil. Nondisjuncţia în timpul meiozei se soldează cu celule fiice care au una prea mulţi, alta prea puţini cromozomi.

Mongolismul se datorează unui defect de această natură.

In afara mutaţiilor cromozomiale, iradierea poate produce toată seria de *mutaţii genice* cunoscute, de severitate variată, care devin evidente la generaţiile următoare; ele pot fi recesive sau dominante.

Radiaţiile produse de om constituie un factor mutagen adiţional. In general, fiecare nou mutant adăugat la fondul natural poate fi nociv pentru un anume descendent şi orice număr de indivizi supradefectivi reprezintă o povară pentru societate.

Evaluarea riscului genetic al iradierii asupra populaţiei umane este o problemă deosebit de dificilă. Datorită existenţei categoriei de mutaţii recesive, este necesară observarea unui mare număr de generaţii, în care acestea să poată fi relevate. Absenţa unui efect evident asupra urmaşilor imediaţi, nu trebuie privită ca o absenţă reală a defectelor ereditare produse de radiaţii.

Singura bază de estimare a efectelor genetice posibile la om o reprezintă extrapolarea datelor experimentale (obţinute în special prin iradierea şoarecilor); pe această cale s-a ajuns la concluzia că iradierea populaţiei umane cu o doză cuprinsă între 10 şi 100 rem (cSi) ar conduce la

Tabelul I. Dozele de radiaţii ionizante primite de populaţia umană.

Sursă	*DSG medie anuală în populaţie (mrem)*
Fond natural	125
Utilizare medicală	
a. Radiodiagnostic (1974)	55
b. Radioterapie	3
c. Medicină nucleară	0,2
Expunere profesională (medicală, industrială, muncitori în domeniul energiei nucleare)	0,2
Precipitaţii radioactive de la experienţele nucleare	2
Diverse (TV, ceasuri luminescente, zboruri la mare înălţime etc.)	2
Reactoare nucleare de putere	0,05

dublarea ratei mutaţiilor spontane. O asemenea doză este etichetată doză de "dublare".

Nivelele actuale de iradiere a populaţiei umane. Populaţia umană este supusă unui fond de radiaţii de origine naturală şi unei varietăţi de surse artificiale, incluzînd examenele şi alte proceduri radiologice medicale. Evaluarea nivelului global de iradiere presupune conceptul de "doză cu semnificaţie genetică" (DSG), care reflectă gradul de iradiere la care este supus fondul populaţiei determinant în înmulţirea acesteia. In tabelul următor sînt prezentate dozele de radiaţii ionizante primite de populaţia umană din această categorie.

Cifra ce marchează fondul natural de iradiere a populaţiei, 125 mrem/an, este doar o cifră medie. Acest fond include radiaţia cosmică, a cărei intensitate variază cu situaţia geografică (la nivelul mării este evaluată la cca 50 mrem pe an, pe cînd la altitudini mari ajunge la 150 mrem pe an); restul fondului natural rezultă din radioactivitatea solului, a materialelor de construcţii şi depozitele radioactive din organismul uman. Prin variaţia acestori factori, fondul natural variază la rîndul lui cu un factor de cel puţin 1/10 în diferite regiuni geografice.

Din tabel rezultă că iradierea medicală în scop diagnostic este cea mai importantă sursă artificială de iradiere. In această ordine de idei, trebuie menţionat faptul că, de exemplu, în cursul unui examen gastro-intestinal, gonadele pacientului primesc între 150 şi 600 mrd, în cursul unei irigografii, între 500 şi 1500 mrd, iar în cursul unei urografii, 500-2000 mrd.

Pînă în prezent nu se cunoaşte relaţia exactă dintre creşterea dozei cu semnificaţie genetică şi creşterea corespunzătoare a ratei mutaţiilor în populaţie. Se admite pe baza datelor experimentale, că efectele genetice sînt cumulative şi independente de circumstanţele iradierii (doza unică, fracţionată, cu debit ridicat sau redus). Se consideră de asemenea, că o dublare a ratei naturale de mutaţii ar constitui pentru societate o povară inacceptabilă. In opinia curentă a experţilor, doza cu semnificaţie genetică provenită din iradierea artificială nu trebuie să depăşească fondul natural mediu (125 mrem anual). O asemenea doză se situează de fapt mult sub nivelul dozei de dublare; restricţia menţionată reprezintă însă un factor adecvat de securitate socială.

In legislaţia ţării noastre, doza maximă admisă în iradierea generală este de 5 rem anual pentru cei expuşi profesional, 1,5 rem pentru cei expuşi ocazional şi 0,5 rem anual pentru restul populaţiei.

Se impune în mod firesc concluzia că iradierea medicală, principala sursă artificială de iradiere, trebuie să fie pe cît posibil limitată. Faţă de tendinţa actuală de creştere a solicitărilor de examene radiologice, cadrele medicale trebuie să adopte o poziţie raţională, bazată pe estimarea, în fiecare situaţie, a raportului beneficiu real/risc social şi individual.

d. *Efectele iradierii asupra embrionului şi fătului.* Studiile experimentale au dovedit că doze moderate de radiaţii produc efecte deosebit de grave asupra embrionului şi fătului în dezvoltare, atît în ceea ce priveşte sporirea letalităţii, cît şi în producerea de anomalii şi malformaţii. In afara acestor studii, există în prezent date obţinute asupra omului, care confirmă faptul că doze cuprinse între 10 şi 200 rd pot produce efecte de aceeaşi natură şi gravitate. Faptul este explicabil prin radiosensibilitatea cu totul remarcabilă pe care o manifestă ţesuturile produsului de concepţie, aflate într-o fază de proliferare rapidă.

In primele 2-3 săptămîni de gestaţie (perioada de preimplantare a embrionului şi începutul celei de organogeneză), iradierea se soldează cu un mare procent de resorbţii şi avortări ale embrionilor.

Intre săptămînile 4 şi 11, iradierea produce anomalii severe de tipul microcefaliei, hidrocefaliei, dezvoltării defectuoase a sistemului nervos central, organelor de simţ şi scheletului.

Intre săptămîna a 16-a şi a 20-a, iradierea fătului se poate solda cu grade variabile de microcefalie, întîrziere mentală şi de creştere; după săptămîna a 30-a nu se mai produc anomalii structurale grave, dar pot fi generate inabilităţi funcţionale variate.

Există, de asemenea, dovezi că doze de ordinul cîtorva rd, primite în timpul vieţii intrauterine în cursul diferitelor proceduri de radiodiagnostic, pot spori incidenţa întregului spectru de neoplasme ale copilului, în particular a leucemiei.

Nu există pînă în prezent relaţii doză-efect precizate în ceea ce priveşte rezultatele iradierii embrionului şi fătului; datele pe care le deţinem conduc însă la concluzia că nici un nivel de doză nu poate fi considerat complet inofensiv şi că probabilitatea producerii de anomalii creşte în funcţie de creşterea dozei.

Capitolul 12
NOŢIUNI ELEMENTARE DE RADIOTERAPIE

Utilizarea radiaţiilor ionizante în scopuri terapeutice se bazează pe efectele biologice produse de ele, efecte care au fost prezentate succint în capitolul precedent. In epoca noastră se înscrie prin cele mai eficace mijloace de tratament, mai ales în domeniul unor afecţiuni de mare gravitate, cum sînt tumorile maligne. După mai multe decenii de la introducerea în practica curentă, ea cunoaşte o necontenită perfecţionare, datorită lărgirii gamei de proceduri tehnice pe care le utilizează, ca şi progreselor în cunoaşterea şi definirea cantitativă a efectelor radio-biologice.

12.1. Surse de radiaţii şi tehnici utilizate în radioterapie

12.1.1. Surse

Radioterapia utilizează în prezent variate categorii de radiaţii ionizante, provenite dintr-o mare varietate de surse. Astfel:

– radiaţii X produse de generatoare "convenţionale" (similare celor folosite în radiodiagnostic), cu energii cuprinse între 10 şi 300 kV ("ortovoltaj");

– radiaţii X şi gama de energii înalte ("megavoltaj"), cuprinse între 4 şi 30 MeV, generate în instalaţii acceleratoare de particule (electroni), de tipul betatronului sau acceleratoarelor liniare;

– radiaţii beta (fascicul de electroni) şi gamma emise de o largă categorie de izotopi radioactivi (Cobalt 60, Iridium 192, Aur 198, Stronţiu-Ytriu 90 etc.);

– radiaţii corpusculare (protoni, neutroni, mezoni, fragmente de nuclee atomice accelerate în instalaţii speciale, la energii de ordinul MeV-ilor).

12.1.2. Tehnici

Administrarea radiaţiilor în scop terapeutic recunoaşte două modalităţi tehnice fundamentale: *iradierea externă* şi *iradierea internă*.

12.1.2.1. *Iradierea externă* utilizează în general calea transcutană de aplicare a fasciculului de radiaţii orientat spre focarul patologic. Fasciculul străbate astfel inevitabil o suprafaţă a pielii denumită "poartă de intrare" sau "cîmp de iradiere". Această formă de aplicare poate fi practicată cu o distanţă sursă-piele mare (30-100 cm), ca în cazul majorităţii instalaţiilor de energii convenţionale sau înalte, şi este denumită în acest caz *teleiradiere* sau *teleradioterapie*; de asemenea, cu distanţă sursă-piele mică (cîţiva cm), ca în cazul instalaţiei Chaoul, constituind *brahiradioterapia*. Iradierea *de contact* aplică sursa de radiaţii în vecinătatea nemijlocită a focarului patologic sau chiar în interiorul acestuia. Asemenea tehnici de iradiere, care utilizează izotopi radioactivi (cesium, iridium, aur etc.) constituie domeniul *curie-terapiei*; sursele respective sînt aplicate pe piele sau pe mucoasa cavităţilor naturale sub formă de celule sau sînt implantate în ţesuturi sub formă de ace.

12.1.2.2. *Iradierea internă* foloseşte radioizotopi artificiali, ca I-131, P-32, Au-198, introduşi în organism pe cale metabolică; afinitatea acestora pentru anumite ţesuturi (aşa cum este cea a iodului-131 pentru ţesutul glandular tiroidian) permite concentrarea lor la nivelul ţesuturilor respective, pe care le iradiază în mod selectiv.

12.2. Domeniile de aplicaţie ale iradierii terapeutice

12.2.1. Radioterapia cu efecte funcţionale

Utilizează capacitatea radiaţiilor ionizante de a produce stimularea sau inhibiţia funcţiei unor ţesuturi şi organe, modificarea conductibilităţii nervoase şi sporirea circulaţiei locale. Această formă de iradiere este indicată în afecţiuni dominate patogenic sau simptomatic de durere, circulaţie defectuoasă, hipo- sau hiperfuncţie a unor organe.

Efectul de depolarizare a membranei formaţiunilor nervoase, soldat cu scăderea conductibilităţii senzoriale, se situează la baza efectului antalgic al iradierii, unul dintre cele mai eficiente în raport cu alte proceduri terapeutice.

Declanşarea, prin receptorii membranelor celulare, a unor efecte vasodilatatoare, explică ameliorarea circulaţiei locale produsă de iradiere şi obţinerea de efecte trofice favorabile.

Stimularea sau, dimpotrivă, inhibarea funcţiei unor organe (în special glandulare, exo- şi endocrine) se soldează cu reechilibrarea activităţii secretorii a acestora, în situaţiile în care există o dereglare a lor într-un sens sau altul.

Tehnica de iradiere utilizează, în raport cu obiectivul concret urmărit, fracţiuni de doză zilnice sau la 2-3 zile, de ordinul a 50-100 cGy, pînă la o doză totală de 30-1000 cGy.

Doze mai mari, pînă la 4-6000 cGy, sînt necesare în cazul tratamentelor adenoamelor hipofizare, în vederea inhibării activităţii secretorii exagerate apărute în evoluţia acestora şi tradusă prin tulburări endocrine corespunzătoare.

12.2.2. Radioterapia antiinflamatorie

Se bazează în principal pe efectele biochimice şi funcţionale ale iradierii practicate cu doze mici (modificarea pH-ului local, cu producerea de alcaloză, efectul antalgic, ameliorarea circulaţiei locale, stimularea imunităţii locale, eliberarea de hormoni corticoizi pe calea unor mecanisme de natură reflexă).

Indicaţiile sînt reprezentate de procese inflamatorii acute (celulite, flegmoane, panariţii, sinuzite, otite, inflamaţii ale diferitelor structuri ale ochiului etc.), în care se folosesc fracţiuni de doză zilnice sau la două zile de 30-50 cGy, pînă la obţinerea rezultatului propus. De asemenea, de procese cronice, inflamatorii, sau degenerative (artrite, artroze, spondiloză etc.), care necesită administrarea de fracţiuni de doză de 50-100 cGy la 2-3 zile, pînă la un total de cîteva sute de cGy.

Larg folosită în trecut, radioterapia cu doze mici (antiinflamatorie şi cu efecte funcţionale) este în prezent apreciată de mulţi ca "un procedeu malign de tratare a unor afecţiuni benigne"; ea este contraindicată, cu rarele excepţii create de lipsa totală de eficienţă a altor proceduri, la tineri şi mai ales la copii. In afara efectelor negative asupra materialului genetic, repetarea iradierii pe anumite zone (ţesut hematopoetic, tiroidă, torace) poate fi implicată înt-un proces tardiv de carcinogeneză.

12.2.3. Radioterapia antitumorală.

Cel mai larg şi mai important domeniu al radioterapiei se bazează în esenţă pe efectul de moarte mitotică celulară, care a fost explicat în capitolul de radiobiologie şi prin care se urmăreşte distrugerea celulelor tumorale şi vindecarea clinică. Pentru înţelegerea semnificaţiei terapeutice reale a acestui efect sînt de reţinut următoarele:

a. Efectul se produce atît asupra celulelor tumorale, cît şi asupra celor normale din vecinătatea tumorii, cuprinse inevitabil în fasciculul de radiaţii.

b. Nu există diferenţe esenţiale între răspunsul la iradiere al celulelor tumorale şi cel al celulelor normale; cele mai "radiosensibile" celule tumorale nu sînt mai afectate de efectul de moarte mitotică decît celulele normale aflate în diviziune continuă. De aceea, în oricare aplicaţie de radiaţii sînt ucise, pe lîngă celulele tumorale, şi un număr important de celule normale.

c. Există însă o diferenţă evidentă în ceea ce priveşte capacitatea de *refacere* a unui ţesut normal în raport cu cea a unuia tumoral, după o iradiere care le supune la aceeaşi doză: această capacitate, favorizată de factorii de integrare (circulaţie, control neuro-umoral), este considerabil mai mare în cazul ţesuturilor normale. Pe această premisă, demonstrată clinic şi experimental, este edificată tehnica curentă de iradiere a tumorilor, care foloseşte doze fracţionate. Această tehnică favorizează ţesuturile normale, care se refac mai complet şi mai rapid în intervalul dintre fracţiuni.

In general, administrarea unei fracţiuni de doză de ordinul celor utilizate în cursul tratamentelor antitumorale produce asupra celulelor tumorale şi normale expuse, leziuni ireversibile, letale, dar şi leziuni subletale, revesibile în condiţii favorabile de refacere biologică.

Aceste categorii de leziuni apar în populaţiile de celule iradiate într-o proporţie statistic previzibilă, în funcţie de mărimea dozei şi de parametri biologici care definesc radiosensibilitatea. Celulele aparţinînd ţesuturilor normale, purtătoare de leziuni subletale, se pot reface complet (de obicei, într-un interval de 24 ore), redevenind indemne biologic. In acelaşi interval, celulele ţesutului tumoral lezate subletal se refac mult mai lent, incomplet şi devin mult mai susceptibile de a fi ucise de fracţiunea de doză următoare. Se creează în acest mod un decalaj în manifestarea efectului de moarte mitotică, care asigură depopularea preferenţială a ţesutului tumoral.

12.2.3.1. *Radiosensibilitatea şi radiocurabilitatea tumorilor.* Faţă de efectul de moarte mitotică, tumorile cu diferite structuri histologice manifestă o sensibilitate diferită, adică pot fi depopulate cu doze de nivele mai joase sau mai ridicate. O încercare de a stabili categorii de radiosensibilitate tumorală ar fi însă lipsită de valoare practică, dacă nu s-ar ţine seama şi de sensibilitatea, respectiv toleranţa faţă de iradiere a ţesuturilor normale peritumorale, care, prin conservarea potenţialului lor biologic, contribuie substanţial la procesul vindecării clinice. Este evident că scopul iradierii terapeutice nu este acela de a ucide celule (chiar preferenţial tumorale), ci de a asigura un efect curativ; acesta nu poate fi conceput fără participarea ţesuturilor peritumorale, a căror integritate biologică condiţionează normalizarea structurală locală.

Aşa cum am văzut, radiosensibilitatea, respectiv toleranţa faţă de iradiere a ţesuturilor normale, se identifică cu cea a ţesutului vasculo-conjunctiv. Nivelul de toleranţă al acestuia devine un criteriu practic deosebit de important, folosit atît ca etalon în stabilirea diferitelor grade de radiosensibilitate tumorală, cît şi ca factor predictiv în evaluarea posibilităţii de vindecare efectivă a unei anumite tumori prin radioterapie.

Utilizînd acest criteriu se pot distinge:

a. *Tumori radiosensibile*, ale căror componente celulare pot fi distruse cu doze mai mici decît cele tolerate de ţesuturile normale peritumorale. In această categorie se încadrează seminomul, limfoamele maligne, nefroblastomul embrional, alte tumori maligne ale primei copilării.

b. *Tumori cu radiosensibilitate limitată*, a căror depopulare semnificativă clinic solicită nivele de doză foarte apropiate de cele tolerate de ţesuturile normale. Acesta este cazul epitelioamelor de diferite tipuri, categoria de tumori maligne cu cea mai mare frecvenţă la adult.

c. *Tumori radiorezistente*, pentru a căror depopulare sînt necesare doze mai ridicate decît cele tolerate de ţesuturile normale. In acest grup sînt incluse majoritatea tumorilor benigne, sarcoamelor diferenţiate, melanomul şi unele adenocarcinoame.

12.2.3.2. *Formele de tratament radiologic antitumoral.* In principiu, tratamentul radiologic al unei tumori poate fi instituit cu intenţie *curativă*, adică urmărind distrugerea cvasi-totală a elementelor celulare ale acesteia şi vindecarea clinică reală, sau cu intenţie *paliativă*, adresîndu-se unor simptome care grevează în mod deosebit de pregnant condiţia clinico-biologică a pacientului sau urmărind întîrzierea evoluţiei afecţiunii.

In prezent, tratamentul antitumoral este, în marea majoritate a cazurilor, un tratament complex, care se adresează determinărilor tumorale de obicei multiple şi la care concură chirurgia, radioterapia, chimioterapia cu citostatice, imunoterapia şi, în unele cazuri, hormonoterapia. Numărul cazurilor în care se utilizează o singură metodă terapeutică a devenit foarte limitat. De aceea, noţiunile de "tratament radiologic curativ sau radical", respectiv de "tratament radiologic paliativ", trebuie înţelese în lumina intenţiei cu care se instituie planul terapeutic în ansamblu. Intr-un asemenea plan complex, iradierii îi poate reveni, de exemplu, obiectivul distrugerii tumorii primare, care nu mai este supusă altei manevre terapeutice; ea capătă sub acest aspect caracterul de tratament radical.

Tratamentul radiologic curativ. Tumorile radiosensibile pot fi efectiv vindecate prin doze totale de ordinul a 4000-4500 cGy, administrate într-un interval de 4-5 săptămîni.

Trebuie reţinut faptul că în cadrul planului terapeutic doza totală trebuie să fie întotdeauna raportată la intervalul de timp în care este administrată. Prelungirea duratei tratamentului atenuează sensibil eficienţa acestuia, de aceea, factorii "doză totală" şi "timp total de iradiere" sînt incluşi într-o expresie unică, definitorie pentru cursul tratamentului.

In lumina unor date experimentale radiobiologice şi pe baza experienţei clinice de care dispunem, planurile de tratament radiologic efectuat cu dozele mari solicitate de intenţia curativităţii prevăd de regulă administrarea a 1000 cGy pe săptămînă în 5 fracţiuni de cîte 200 cGy. Aceste valori au în vedere *doza efectiv eliberată* la nivelul tumorii, respectiv absorbită de aceasta.

Dacă tumorile etichetate ca radiosensibile pot fi distruse în principiu prin doze situate sub nivelul toleranţei locale, trebuie remarcat că, în schimb, ele manifestă de regulă tendinţa de extindere rapidă în arii anatomice largi. Această trăsătură limitează sensibil şansele de *curabilitate* (reale în formele relativ incipiente), întrucît creşterea volumului iradiat este un factor restrictiv al dozei, care decurge de această dată din limitele *toleranţei organismului.*

Rezultă deci că noţiunile de radiosensibilitate şi radiocurabilitate nu trebuie confundate. In realitate, tumorile radiosensibile sînt rareori curabile numai prin iradiere; larga lor diseminare interzice abordarea tuturor focarelor efectiv sau prezumtiv existente, întrucît aceastea ar spori volumul iradiat dincolo de limitele toleranţei generale a organismului. De aceea, asocierea chimioterapiei cu citostatice devine deseori obligatorie.

Tumorile cu radiosensibilitate limitată solicită, în vederea eradicării, doze totale de ordinul a 6000 cGy în 6-7 săptămîni, la limita toleranţei ţesuturilor normale; de aceea, în cazul tumorilor de dimensiuni mai mari, vindecarea devine incertă. In cadrul planului terapeutic complex, chirurgiei îi revine rolul de a îndepărta masele tumorale voluminoase, în timp ce iradierea abordează resturile tumorale sau diseminările la distanţă de procesul primar care nu sînt aparente anatomo-clinic.

De o manieră similară se procedează şi în unele cazuri de tumori radiorezistente.

Deşi semnificaţia mărimii unei tumori (în alţi termeni, a numărului de celule ce constituie o tumoră) în raport cu radiosensibilitatea nu este clar explicată, faptul că tumorile de mari dimensiuni nu pot fi eradicate numai radiologic este o realitate demonstrată de practică. De aceea, devin necesare manevre terapeutice care potenţează efectul iradierii, reducînd în cît mai mare măsură populaţia de celule tumorale iniţial prezente. Asemenea manevre "citoreducţionale" pot fi efectuate prin intervenţii chirurgicale sau chimioterapie.

Tratamentul radiologic paliativ. In situaţiile în care nu poate fi instituit un tratament cu intenţie curativă, radioterapia rămîne un mijloc important de paliaţie în îngrjirea tumorilor maligne. Iradierea paliativă îşi propune obiective ca:

- reducerea ritmului de creştere a tumorii şi întîrzierea evoluţiei afecţiunii tumorale. In acest scop sînt administrate tumorii primare sau principalelor focare secundare de diseminare doze totale care reprezintă 2/3 pînă la 3/4 din cele considerate curative;
- diminuarea sau amendarea unor simptome clinice. In mod particular, beneficiază de iradierea cu doze mici sau moderate cazurile în care sînt prezente manifestări algice intense, hemoragii, stări inflamatorii supraadăugate.

Contraindicaţiile iradierii antitumorale sînt reprezentate de stările febrile, stările caşectice avansate, leucopeniile pronunţate, afecţiunile cardiace, hepatitice şi renale grave. Se va avea, de asemenea, în vedere faptul că, în prezenţa anemiilor cu valori foarte scăzute de hemoglobină, efectul tumoricid al iradierii este considerabil diminuat. Corectarea stării de anemie devine astfel o condiţie a instituirii radioterapiei.

12.3. Bazele clinice ale tratamentului radiologic antitumoral

Tratamentul antitumoral complex se bazează pe un diagnostic clinic, histopatologic şi biologic exact. Diagnosticul clinic include în mod obligatoriu clasificarea tumorii în funcţie de gradul ei de extindere, adică *stadializarea clinică*.

Această clasificare este bazată pe examenul clinico-biologic complet al pacientului, care trebuie să conducă la o reprezentare obiectivă a extinderii procesului tumoral. Ea îşi propune să răspundă următoarelor deziderate principale:

- orientarea clinicianului în elaborarea planului terapeutic;
- crearea de premise obiective în evaluarea prognosticului;
- evaluarea rezultatelor tratamentului în cazul particular, în raport cu expectanţa;
- facilitarea schimbului de informaţii între diferite centre de asistenţă oncologică;
- contribuţia efectivă la mai buna cunoaştere a cancerului uman.

Intrucît există numeroase baze posibile de clasificare, ce au în vedere, în afara sediului şi extensiei tumorii, numeroase alte trăsături clinico-biologice, s-a creat necesitatea adoptării unui sistem internaţional de stadializare. Intr-o formă ideală, acesta ar trebui să corespundă cerinţei fundamentale de a putea transmite fără ambiguităţi informaţia clinică, celei de a fi aplicabil în toate localizările, ca şi celei de a putea fi suplimentat ulterior prin informaţii furnizate de studiul histopatologic şi de actul chirurgical.

Actualul "sistem T N M", elaborat de UICC (Uniunea Internaţională Contra Cancerului), îndeplineşte în mare măsură aceste cerinţe; el îşi propune în principiu clasificarea cazurilor individuale în fucţie de extensia anatomică a tumorii bazîndu-se pe definirea a trei componente:

T – extensia tumorii primare;

N – starea ganglionilor limfatici regionali şi, pentru unele localizări, a ganglionilor juxtaregionali;

M – prezenţa sau absenţa metastazelor la distanţă.

Definirea componentelor respective se realizează prin cifre care traduc gradul de extensie (T0, T1, T2, T3, T4; N0, N1, N2, N3; M0, M1). Pe baza acestei definiri, cazul poate fi încadrat în unul din stadiile clinice pe care le creează evoluţia unui anumit tip de tumoră.

In practica oncologică actuală, sînt utilizate două clasificări distincte:

1. *clasificarea clinică preterapeutică*, bazată pe datele de investigaţie obţinute înaintea deciziei asupra tratamentului, etichetată "TNM", care reflectă rezultatele examenului clinic, radiologic, endoscopic şi ale altor proceduri de diagnostic;

2. *clasificarea histopatologică postchirurgicală*, "pTNM", bazată pe aceleaşi date, dar completată sau corectată prin elementele furnizate de studiul pieselor rezecate în cursul actului chirurgical terapeutic.

In cadrul acestei dualităţi, clasificarea clinică TNM rămîne dominantă ca importanţă; odată stabilită, ea va rămîne nemodificată pe tot parcursul îngrijirii pacientului. In clasificarea clinică preterapeutică sînt utilizaţi următorii termeni descriptivi:

Pentru tumora primară (T)

– Tis: tumoră preinvazivă ("in situ")

– T0: tumoră primară neevidenţiabilă clinic

– T1, T2, T3, T4: caracterizarea în grade crescînde a dimensiunilor şi/sau a extensiei locale a tumorii primare

– Tx: absenţa minimului de date necesare evaluării extensiei tumorii

Pentru ganglionii limfatici regionali (N)

– N0: fără evidenţă de invazie ganglionară

– N1, N2, N3: prezenţa de grade diferite a invaziei ganglionilor regionali

– N4: extindere la ganglionii juxtaregionali

– Nx: absenţa minimului de date necesare caracterizării stării ganglionilor

Pentru metastazele la distanţă (M)

– M0: fără evidenţă de metastaze la distanţă

– M1: prezenţa de metastaze la distanţă

– Mx: absenţa minimului de date necesare confirmării sau infirmării prezenţei de metastaze la distanţă.

In clasificarea histopatologică postchirurgicală (pTNM) se utilizează în general aceiaşi termeni, precedaţi de litera p, care semnifică atestarea gradului de extindere a tumorii prin studiul histopatologic al piesei operatorii (pT1, pN1).

In cadrul acestui studiu, capătă o importanţă uneori decisivă în ceea ce priveşte prognosticul şi alegerea planului terapeutic – cel puţin pentru anumite forme de tumori – aprecierea după anumite trăsături histologice a agresivităţii tumorii, aşa-numitul "grading tumoral". Principalul criteriu în acest sens este reprezentat de măsura diferenţierii celulelor ce alcătuiesc tumora. După acest criteriu, se constituie următoarele categorii:

– G1:grad înalt de diferenţiere

– G2: grad mediu de diferenţiere

– G3: grad scăzut sau lipsă de diferenţiere

– Gx : grad de diferenţiere nedeterminabil

Malignitatea şi agresivitatea tumorală se manifestă de regulă invers proporţional cu gradul de diferenţiere.

Clasificarea prin sistemul TNM permite descrierea şi înregistrarea în măsură destul de precisă a extinderii aparente a tumorii. O anumită varietate de tumoră, în care pot fi descrise patru grade pentru T, patru grade pentru N şi două grade pentru M (caz destul de obişnuit), va crea 32 de categorii TNM. In scopul ordonării şi analizei statistice a datelor, devine necesară concentrarea acestor categorii într-un număr convenabil de grupări stadiale, de obicei patru pentru fiecare tumoră, care este astfel încadrat într-un *stadiu clinic*, I, II, III sau IV.

12.4. Tratamentul radiologic în tumorile maligne cutanate

Tumorile maligne ale pielii şi regiunile periorificiale cutaneo-mucoase prezintă un interes practic particular, datorită frecvenţei lor ridicate (5-10% din totalul tumorilor maligne) şi datorită remarcabilului procent de vindecări reale, obţinute cu un tratament corect (în principal radiologic), mai ales dacă acesta e instituit în stadiile incipiente. Tumorile cutanate maligne primitive provin din celulele epitelale ale tegumentelor (epitelioame sau carcinoame), din celulele melanice (melanoame maligne), mult mai rar din elementele conjunctive ale pielii (sarcoame).

12.4.1. Epitelioamele

Reprezentînd imensa majoritate (peste 90%) a tumorilor maligne cutanate, recunosc ca principale forme histologice varietatea spinocelulară şi cea bazocelulară.

Epitelioamele *spinocelulare* (scuamoase) se dezvoltă din stratul malpighian, păstrînd tendinţa la stratificare şi cheratinizare a epiteliului normal. Se localizează frecvent pe mucoase şi în zonele de tranziţie cutaneo-mucoase. Dintre localizările cutanate, cele mai frecvente sînt pe regiunile capului şi gîtului. La nivelul pielii, ele apar mai ales sub forma unor mici proeminenţe verucoase, care păstrează iniţial un caracter hipercheratozic, evoluînd apoi spre ulcerare; la nivelul mucoaselor, manifestarea iniţială obişnuită este cea a unei nodozităţi care se ulcerează, creînd o leziune crateriformă.

Evoluţia naturală a acestui tip de epitelioame urmează un ritm relativ rapid, marcat prin creşterea dimensională evidentă; dezvoltarea locală este de regulă însoţită sau

urmată de extinderea în ganglionii regionali şi, în fazele finale, de generalizarea metastatică.

Clasificarea stadială clinică are în vedere următoarele situaţii:

T1: tumoră cu diametrul sub 2 cm
T2: tumoră cu diametrul între 2 şi 5 cm
T3: tumoră cu diametrul peste 5 cm
T4: tumoră cu extensie la structurile subjacente (cartilaj, muşchi, os)
N0: absenţa clinică a adenopatiei
N1: adenopatie homolaterală mobilă
N3: adenopatie contro- sau bilaterală mobilă
N3: adenopatie fixată
M0: fără metastaze la distanţă
M1: prezenţa de metastaze la distanţă

Epitelioamele *bazocelulare* sînt neoformaţii constituite din celule care păstrează caracterele stratului bazal al epidermului, fără tendinţă la cheratinizare. Localizate frecvent la faţă, ele pot apare iniţial sub forma unui placard de induraţie, a unei ulceraţii cu contururi indurate şi reliefate (sub formă de burelet), cu tendinţă la dezvoltare în suprafaţă şi în profunzime, mai rar ca o formaţie vegetantă, neregulată, sîngerîndă, parţial ulcerată.

In formele comune, epitelioamele bazocelulare manifestă numai o malignitate locală; ele se dezvoltă în suprafaţă şi în profunzime, fără a produce determinări în ganglioni şi metastaze la distanţă.

Potrivit acestor trăsături biologice, stadializarea clinică are în vedere tumora primară, respectiv categoriile T1-T4, similare celor descrise la epiteliomul spinocelular.

Tratamentul carcinoamelor cutanate este instituit şi condus în concordanţă cu stadiul clinic de evoluţie şi particularităţile biologice ale tumorii prezentate; el se adresează – ca de altfel în oricare formă de cancer – tumorii primare, ariilor ganglionare regionale şi eventualelor metastaze la distanţă.

Tumorile primare de mici dimensiuni (T1) pot fi tratate în egală măsură chirurgical şi radiologic. Radioterapia constă din iradierea cu distanţă mică, folosindu-se o instalaţie de tip Chaoul, prin care se administreză o doză totală de 60-80 Gy, în fracţiuni zilnice de 300-600 cGy.

O variantă terapeutică o reprezintă curie-terapia, prin aplicarea unor radioizotopi (cesium, cobalt, iridium) sub formă de celule, menţinute în contact direct prin diverse dispozitive de fixare. Doza totală eliberată este de aproximativ 6000 rd (cGy), într-un timp total de aplicare de 49-72 de ore.

In cazurile cu T2, tratamentul de elecţie este cel radiologic; el se aplică folosind în general aceleaşi doze totale şi aceleaşi proceduri tehnice ca în formele cu T1. Regiunea iradiată va include, în afara leziunii tumorale, şi o "margine de siguranţă", reprezentînd o zonă de tegument peritumoral indemn, largă de 5-10 mm.

In formele cu dezvoltare în profunzime (peste 5 mm), sînt indicate implantele de radioizotopi; dispoziţia surselor va asigura o iradiere cît mai completă a tumorii.

Tumorile de dimensiuni mari (T3 şi T4) solicită o iradiere pe cîmpuri mai largi, practicată de la distanţe mai mari (24-30 cm), cu energii de ordinul a 90-150kV (aşa numita "radioterapie semiprofundă"). Dozele totale, administrate într-un interval de 3-4 săptămîni, ating valori de 50-60 Gy. Deseori, la sfîrşitul acestui interval se consemnează persistenţa unui rest tumoral, care obligă la o iradiere suplimentară cu mică distanţă sau un procedeu de curieterapie.

Un număr limitat de cazuri, selecţionate în funcţie de dimensiuni şi sediu anatomic, beneficiază de curieterapie (mulaje conţinînd celule, implante), ca tratament unic al tumorii primare. Numeroase cazuri cu T4 rămîn în afara posibilităţilor unui tratament cu intenţie curativă. In anumite situaţii, administrarea de citostatice, cu scopul obţinerii unui aşa numit "efect citoreducţional", poate diminua întinderea tumorii sau invazia planurilor profunde, creînd condiţii acceptabile pentru instituirea radioterapiei.

Ariile ganglionare satelite reprezintă obiectul unui tratament obligator în cazul epitelioamelor spinocelulare. Chiar în absenţa clinică a adenopatiei (N0), se poate presupune prezenţa unor diseminări de dimensiuni microscopice, ceea ce implică o aşa-numită "iradiere profilactică" a ariilor respective, cu o doză totală de 35-40 Gy, suficientă pentru eradicarea acestora.

Această conduită nu este, evident, necesară în cazul epitelioamelor bazocelulare.

In prezenţa adenopatiei mobile (N1 şi N2) este indicată extirparea chirurgicală a ganglionilor afectaţi, urmată de iradierea ariei sau ariilor respective cu doze de aceeaşi mărime. Adenopatia fixată (N3) obligă la o iradiere prealabilă, cu scopul "convertirii" ganglionilor tumorali, respectiv mobilizării acestora, urmată de ablaţia chirurgicală.

In prezenţa *metastazelor la distanţă*, tratamentul devine exclusiv paliativ; în afara medicaţiei simptomatice, unele localizări (mai ales osoase) pot beneficia de tratamentul cu citostatice sau de aplicaţii de radioterapie, care vizează în special ameliorarera fenomenelor dureroase.

Instituit în fazele evolutive incipiente (înaintea apariţiei adenopatiei), tratamentul epitelioamelor maligne cutanate se soldează cu un procent ridicat de vindecări reale (90-95%). Şansele acestei vindecări se reduc apreciabil odată cu extinderea regională şi metastazarea.

Epitelioamele cu localizare *labială*, *vulvară*, *peniană* şi *perianală* reprezintă de fapt variante topografice ale cancerului cutanat şi sînt tratate după aceleaşi principii.

12.4.2. Melanoamele maligne

Sînt procese tumorale dezvoltate din melanoblaste, ce pot avea sedii iniţiale foarte variate; cele cutanate constituie aproximativ 10% din totalul tumorilor pielii

Din punct de vedere biologic, melanoamele se caracterizează printr-o marcată radiorezistenţă (proprie majorităţii formelor, dar mai ales, celor cu localizare la trunchi şi membre), ca şi printr-o pronunţată tendinţă la generalizare, care devine manifestă curînd după invadarea ganglionilor regionali.

Tratamentul constă din ablaţia chirurgicală (electroexcizie profundă), urmată de chimioterapie cu citostatice; unele forme, localizate la cap şi gît, beneficiază de radioterapia cu doze mari (100-200 Gy), în iradiere cu distanţă mică. După apariţia adenopatiei tumorale, prognosticul se alterează considerabil, procedurile radiologice, chimio- şi imunoterapeutice soldîndu-se cu rezultate foarte modeste, fără ca evoluţia spre generalizare să poată fi împiedicată.

12.5. Tratamentul radiologic în cancerul glandei mamare

Cea mai frecventă localizare a bolii canceroase la femeie, cancerul sînului, creează o problematică deosebit de complexă, datorată unor trăsături clinico-biologice cu totul particulare. Tumoră cu radiosensibilitate limitată, dar recunoscînd şi variante foarte radiorezistente, cancerul mamar manifestă în acelaşi timp o pronunţată tendinţă la diseminare timpurie în ganglionii regionali, apoi în plămîni şi în oase. Dependenţa endocrină (activitatea estrogenică constituie, în principiu, un factor stimulant al dezvoltării tumorale), ca şi evoluţia imprevizibilă în foarte numeroase cazuri, creează serioase dificultăţi actului terapeutic, obligînd la implicarea tuturor manevrelor cunoscute în prezent: intervenţia chirurgicală, care îşi propune extirparea maselor tumorale decelabile clinic, radioterapia, care se adresează în principiu diseminărilor loco-regionale de dimensiuni subclinice, chimioterapia citostatică destinată diseminărilor la distanţă, hormono- şi imunoterapia, care îşi propun modificarea condiţiilor biologice favorabile evoluţiei procesului tumoral.

Tratamentul actual al cancerului mamar este fundamentat pe stadiul clinic individual, caracterele histopatologice ale tumorii şi o serie de trăsături de ordin clinico-biologic, manifeste în cazul particular, aşa numiţii "markeri tumorali". In afara rolului lor determinant în alegerea planului terapeutic, aceşti factori reprezintă şi elemente importante de prognoză.

Principalele forme histopatologice sînt reprezentate de epitelioame (intraductal, trabecular, medular etc.) şi adenocarcinoame (cu componente variabile conjunctiv-scleroase); sarcoamele, formele mixte şi alte variante sînt mult mai rare. O importanţă crescîndă se atribuie, din punct de vedere al prognosticului, şi stabilirii conduitei terapeutice, *"gradingului"* tumoral.

Stadializarea clinică uzează de următoarele categorii:

– T1: tumoră cu diametrul sub 2cm;

– T2: tumoră cu diamatrul între 2 şi 5cm;

– T3: tumoră cu diametrul peste 5cm;

Fiecare T se poate prezenta ca formă **a** (fără fixare la planul muscular subjacent), respectiv **b** (cu fixare la acest plan).

– T4: tumoră extinsă la peretele toracic sau la piele, cu variantele:

a. extensie la peretele toracic;

b. edem, infiltraţie sau ulceraţie a pielii;

c. prezenţa ambelor manifestări;

– N0: absenţa adenopatiei regionale;

– N1: prezenţa de ganglioni axilari homolaterali mobili;

– N2: prezenţa de ganglioni axilari homolaterali fixaţi;

– N3: prezenţa adenopatiei supra- sau infraclaviculare homolaterale;

– M0: fără metastaze la distanţă manifeste;

– M1: prezenţa de metastaze la distanţă (în plămîni, oase, piele etc.).

Pe baza acestor categorii, se obişnuieşte, în special din considerente statistice, ca formele individuale să fie încadrate în una din următoarele grupe stadiale:

Stadiul I

– T1a sau T1b, N0, M0

Stadiul II

– T1a sau T1b, N1, M0

– T2a sau T2b, N0, M0

– T2a sau T2b, M1, M0

Stadiul IIIa

– T3a sau T3b, N0 sau N1, M0

– T1, T2 sau T3, N2, M0

Stadiul IIIb

– T1, T2 sau T3, N3, M0

– T2a, b sau c, orice N, M0

Stadiul IV

– orice T, orice N, M1

Markerii clinico-biologici sînt reprezentaţi de numeroase trăsături şi circumstanţe legate de caracterele tumorii şi de starea organismului gazdă, care pot influenţa evoluţia afecţiunii în cazul particular. Dintre factorii cu semnificaţie prognostică defavorabilă sînt de reţinut: apariţia şi dezvoltarea tumorii la persoanele tinere, în plină activitate estrogenică, şi mai ales în cursul sarcinii şi lactaţiei, ritmul rapid de creştere, invazia unui număr mare de ganglioni regionali (evidenţiată prin disecţia axilei), manifestarea locală a unor fenomene inflamatorii, unele tipuri histologice (forma medulară de epiteliom), *gradingul* histopatologic ridicat etc.

Aşa cum am mai menţionat, tratamentul cancerului mamar, deosebit de complex, este strict individualizat în funcţie de elementele orientative enunţate. Alegerea şi succesiunea manevrelor terapeutice sînt determinate în cea mai mare măsură de starea parametrilor clinici T, N şi M şi de spectrul markerilor clinico-biologici.

a. In formele caracterizate stadial prin T1a-T2a şi N0, este practicată mamectomia radicală, cu disecţia axilei; dacă examenul histopatologic al ganglionilor extirpaţi nu evidenţiază diseminări tumorale la nivelul acestora, tratamentul se limitează la cura chirurgicală; cînd asemenea diseminări sînt prezente, se procedează conform celor indicate la punctul b.

Formele stadiului I beneficiază de supravieţuiri peste 5 ani într-o proporţie de aproximativ 80%. Dacă stadializarea clinică corespunde stării histopatologice a ganglionilor (absenţa de diseminări microscopice la nivelul acestora), proporţia supravieţuitorilor se ridică la 90%. Intr-un număr ridicat de cazuri, examenul histopatologic evidenţiază însă diseminări microscopice, ceea ce le încadrează în stadiul II pTNM; prognosticul şi rata de supravieţuiri devin în această situaţie mai puţin favorabile.

b. In formele etichetate terapeutic prin T1a-T2a cu N1 sau prin T1b-T2b (indiferent de starea ganglionilor), intervenţia chirurgicală radicală este urmată de radioterapie, aplicată pe întreaga arie oncologică. Aceasta cuprinde peretele toracic şi regiunile ganglionare axilară, supra- şi subclaviculară şi mamară internă (în cazul localizării tumorii primare în regiunile interne ale sînului). Doza totală eliberată fiecăreia din aceste regiuni este de ordinul a 40-50 Gy, într-un interval de 5 săptămîni.

Prezenţa unora dintre markerii tumorali amintiţi (în special invazia tumorală a unui număr de ganglioni regionali mai mare de 4) impune completarea tratamentului prin cura de citostatice (4-10 serii, cuprinzînd produşi diferiţi, asociaţi în cadrul unei scheme de "polichimioterapie").

Unii markeri obligă şi la instituirea tratamentului hormonal. In prezenţa ciclului menstrual sau în intervalul de pînă la 2 ani de la suspendarea acestuia, se va practica o manevră de castrare, chirurgicală (ooforectomie bilaterală) sau radiologică (iradierea ovarelor cu o doză de 20 Gy); după acest interval, se va institui tratamentul cu inhibitori ai funcţiei ovariene (Tamoxifen) sau suprarenale (aminoglutetimida).

Rezultatele tratamentului acestor forme, corespunzătoare stadiului II, se materializează într-un procent de supravieţuiri la 5 ani de 50-55%.

c. In cazurile aparţinînd stadiului IIIa (T3a sau b, cu N0 sau N1, respectiv T1-T3 cu N2) tratamentul iniţial este cel radiologic. El constă din iradierea sînului cu doze totale de 45-50 Gy. Se urmăreşte pe această cale reducerea în cît mai mare măsură a dimensiunilor tumorii primare, respectv mobilizarea ganglionilor axilari iniţial fixaţi. Dacă acest obiectiv este realizat, se va practica intervenţia chirurgicală radicală, la un interval de 4-8 săptămîni de la terminarea iradierii, aplicîndu-se în continuare tratamentul cu citostatice (10-12 serii) şi tratamentul hormonal adecvat.

In stadiul IIIb , definit prin T4a şi un N nu mai mare de 2, se poate încerca "convertirea stadială" a tumorii prin radioterapie loco-regională, urmată de 2-4 serii de chimioterapie, după care, dacă se creează condiţiile necesare, se practică intervenţia chirurgicală radicală. Aceasta este urmată la rîndul ei de 10-12 serii de chimioterapie şi de tratamentul hormonal corespunzător.

In celelalte forme ale stadiului IIIb (cu T4b sau c sau N3), tratamentul de bază este reprezentat de chimioterapie, după care se recurge la iradierea loco-regională; manevrele chirurgicale au un caracter paliativ (cito-reducţional).

Rezultatele obţinute pe ansamblul cazurilor din stadiul III prin tratamentele descrise rămîn destul de modeste, rata supravieţuirilor la 5 ani nedepăşind 25-35%.

d. In stadiul IV, caracterizat prin prezenţa metastazelor la distanţă (M1), tratamentul are numai un caracter paliativ; el îşi propune întîrzierea procesului tumoral şi combaterea manifestărilor clinice celor mai pregnante, în principal a durerii. In acest sens, se recurge la chimioterapie, hormonoterapie şi iradierea unor focare secundare (mai ales osoase), cu intenţie antalgică.

Aşa cum se poate deduce cu uşurinţă, gradul de curabilitate al cancerului mamar depinde esenţial (de altfel, ca şi în cazul celorlalte tumori maligne) de momentul evolutiv în care este descoperit şi tratat. Avînd în vedere marea lui incidenţă şi facilitate cu care poate fi diagnosticat, acţiunile cu caracter educativ în rîndurile populaţiei feminine, vizînd descoperirea lui timpurie, capătă o pondere deosebită în contextul problematic pe care îl creează.

12.6. Tratamentul radiologic în cancerul genital feminin

12.6.1. Cancerul colului uterin

Reprezintă, alături de cel al sînului, tumora cu cea mai largă incidenţă în rîndurile populaţiei feminine. Caracterizat printr-o lungă evoluţie loco-regională, beneficiază, atunci cînd este diagnosticat în stadiile incipiente şi tratat în mod corespunzător, de rezultate favorabile într-o proporţie importantă de cazuri (aproximativ 90% supravieţuiri peste 5 ani în stadiul I).

Din punct de vedere *histopatologic*, marea majoritate a tumorilor maligne ale colului uterin sînt epitelioame cu grade variate de diferenţiere; adenocarcinoamele (5-10% din totalul cazurilor) îşi au originea în mucoasa canalului cervical.

Stadializarea clinică are în vedere următoarele situaţii:

– Tis carcinom preinvaziv ("in situ")

– T1: tumoră limitată la col, cu variantele T1a (carcinom microinvaziv, diagnosticat numai histologic) şi T1b (carcinom clinic invaziv)

– T2: tumoră cu extensie la vagin, exceptînd treimea lui inferioră (T2a) sau la parametre, dar nu pînă la bazinul osos (T2b)

– T3: tumoră extinsă la treimea inferioară a vaginului (T3a) sau la parametre, pînă la bazinul osos (T3b)

– T4: tumoră extinsă la vezică, rect sau dincolo de pelvis

– N0: fără invazia ganglionilor limfatici regionali

– N1: cu invazia ganglionilor limfatici regionali

Ganglionii limfatici regionali sînt reprezentaţi de grupele: parametrial, hipogastric (obturator), iliac extern, iliac comun şi presacral. Avînd în vedere dificultatea examinării lor clinice, prezenţa sau absenţa invaziei ganglionare nu poate fi atestată decît prin examenul pieselor extirpate chirurgical.

– N4: invazia ganglionilor limfatici juxtaregionali (paraaortici)

– M0: fără metastaze la distanţă

– M1: metastaze la distanţă prezente.

Categoriile descrise sînt grupate în următoarele stadii clinice:

Stadiul Ia: T1a, N0, M0
Stadiul Ib: T1b, N0, M0
Stadiul IIa: T2a, N0, M0
Stadiul IIb: T2b, N0, M0
Stadiul IIIa: T3a, N0, M0
Stadiul IIIb: T1-T3a, N1, M0; T3b, N0-N1, M0
Stadiul IVa: T4, N0-N1, M0
Stadiul IVb: T1-4, N1-4, M1

Acţiunile purtate în vederea descoperirii cancerului colului uterin în etape evolutive cît mai incipiente, folosindu-se în acest scop examenul din secreţia vaginală şi din unele leziuni suspecte ale colului, au dus la constituirea unor categorii particulare: Tis (carcinom preinvaziv sau "in situ") şi T0 (absenţa semnelor clinice de tumoră). In aceste forme, activitatea tumorală este presupusă numai pe datele examenului citologic. In mod corespunzător, a fost creat şi un stadiu 0, caracterizat prin Tis, N0, M0. Este de menţionat că examenul citologic trebuie să fie întodeauna confirmat prin cel histopatologic, care de altfel precede instituirea oricărui tratament.

Tratamentul stadial al cancerului de col uterin uzează de două metode fundamentale, chirurgia şi radioterapia, a căror asociere, succesiune şi realizare tehnică depind de extinderea procesului în momentul stabilirii diagnosticului.

In stadiul subclinic 0 (cu Tis sau T0), se recurge la intervenţii chirurgicale limitate (conizaţie sau histerectomie simplă fără a fi necesar un alt tratament).

a. In stadiile I şi IIa, secvenţa procedurilor terapeutice este următoarea:

– o aplicaţie de curieterapie intracavitară (uterovaginală);

– intervenţie chirurgicală radicală (histerocolpectomie cu disecţia ariilor ganglionare regionale şi limfadenectomie), practicată la un interval de 6 săptămîni de la *curie*terapie.

Cura chirurgicală este urmată de iradierea externă, de preferat cu energii înalte, în unele situaţii relevate de examenul histopatologic al piesei operatorii: persistenţa de celule tumorale la nivelul colului, prezenţa de elemente tumorale în ganglioni; de asemenea, în situaţii clinico-biologice particulare (dezvoltarea tumorii la un interval de timp mai mic de un an după o sarcină sau o naştere).

Iradierea se efectuează pe regiunea pelvină, eliberînd 45-50 Gy în 5-6 săptămîni.

b. In stadiul IIb se recurge la:

– iradierea externă a pelvisului cu o doză totală de 40 Gy;

– curieterapie intracavitară;

– intervenţie chirurgicală radicală (histerocolpectomie cu adenectomie).

In cazurile în care examenul histopatologic evidenţiază afectarea ganglionilor, iradierea externă va fi completată postoperator pînă la doza totală de 60 Gy.

Rezultatele tratamentului efectuat după protocoalele descrise se materializează într-o proporţie de 85-90% supravieţuiri la 5 ani în stadiul I şi una de 60-65% în stadiile II.

c. In stadiul IIIa, prima secvenţă terapeutică indicată este iradierea externă a întregului pelvis cu o doză de pînă la 50 Gy, prin care se urmăreşte crearea condiţiilor de operabilitate. In momentul în care acestea se obţin, se va proceda la fel ca în stadiul IIb; cînd "convertirea" nu se realizează, se completează iradierea pelvisului pînă la 60 Gy şi se efectuează o aplicaţie de curieterapie intracavitară.

d. In stadiile IIIb şi IVa, tratamentul este exclusiv radiologic şi constă din iradierea externă a pelvisului cu o doză totală de 60 Gy; unele cazuri din stadiul IIIb beneficiază şi de curieterapie, cînd există condiţii anatomice corespunzătoare.

e. In stadiul IVb sînt posibile numai tratamente paliative şi simptomatice, de factură variată. Iradierea este deseori utilizată pentru combaterea hemoragiei şi durerilor produse de tumora primară sau de metastazele osoase.

Rezultatele tratamentului efectuate în stadiile avansate sînt exprimate statistic prin procente de supravieţuiri la 5 ani de 40-45% în stadiul IIIa, 30-35% în stadiul IIIb şi 10% în stadiul IV.

12.6.2. Cancerul corpului uterin

Este în marea majoritate a cazurilor o formă de adenocarcinom; sarcoamele, formele mixte şi alte variante histologice sînt rare.

Stadializarea clinică, indicaţiile terapeutice şi prognosticul sînt, în cazul adenocarcinoamelor, similare celor ale cancerului de col uterin. Tumorile sarcomatoase au o evoluţie rapidă şi o tendinţă marcată la metastazare, făcînd necesară, în afara chirurgiei şi radioterapiei, a curei cu citostatice.

12.6.3. Cancerul ovarian

Cancerul ovarian este, dintre tumorile genitale feminine, forma cea mai agresivă, cu o letalitate ridicată. Varietatea formelor histologice, importante în determinarea evoluţiei, extinderea rapidă la organele abdominale şi metastazarea la distanţă, creează serioase dificultăţi tratamentului. Acesta constă în general din intervenţia chirurgicală, urmată, în raport cu importanţa formaţiunilor tumorale reziduale, de radio- şi chimioterapie.

12.7. Tratamentul radiologic în limfoamele maligne

Limfoamele maligne reprezintă un grup de afecţiuni tumorale foarte heterogen ca substrat histopatologic, evoluţie clinică şi gravitate, avînd ca element comun *adenopatia*. In cadrul lor, se individualizează prin particularităţi clinico-biologice distincte *limfomul hodgkinian* (boala Hodgkin), în timp ce celelalte varietăţi tumorale, care au ca element comun originea lor în celulele sistemului imunitar, sînt incluse în grupul *limfoamelor nonhodgkiniene*.

12 7.1. Limfomul hodgkinian

Afectează cu predominanţă vîrstele tinere (20-40 de ani) şi se caracterizează clinic prin creşterea de volum a unui ganglion sau a unui grup ganglionar limfatic, localizat iniţial la o singură regiune anatomică; de aici, procesul tumoral se extinde treptat în întregul sistem limfatic, de o manieră în mare măsură previzibilă. In etapele evolutive avansate sînt afectate şi organe extralimfatice, mai ales ficatul, plămînul, măduva osoasă şi scheletul. Intr-o proporţie importantă de cazuri, evoluţia este însoţită de semne clinice generale ca: febră, transpiraţii nocturne, scădere în greutate, prurit. Intrucît adenopatia nu prezintă caractere clinice specifice, diagnosticul de certitudine este posibil numai prin examen biopsic.

Histopatologic, limfomul hodgkinian se clasifică, în funcţie de tabloul citologic (numărul celulelor specifice Reed-Sternberg, proporţia limfocitelor) şi intensitatea reacţiei stromei, în 4 tipuri fundamentale, diferite ca evoluţie şi prognoză.

Predominanţa limfocitară are prognosticul cel mai favorabil şi se întîlneşte frecvent în formele incipiente.

Scleroza nodulară, proprie mai ales localizărilor mediastinale, este observată mai frecvent în extinderea prin contiguitate limfatică la organe de vecinătate.

Celularitatea mixtă se caracterizează printr-un aspect histologic heterogen şi un prognostic destul de incert.

Depleţia limfocitară este forma cea mai agresivă, cu evoluţie rapidă şi asociere frecventă de semne clinice generale.

Stadializarea clinică stabileşte următoarele categorii:

– stadiul I: interesarea unei singure regiuni ganglionare limfatice sau a unei singure regiuni extralimfatice;

– stadiul II: interesarea a două sau mai multe regiuni ganglionare de aceeaşi parte a diafragmului sau a unei regiuni extralimfatice şi a uneia sau mai multor regiuni limfatice de aceeaşi parte a diafragmului;

– stadiul III : interesarea de regiuni ganglionare de ambele părţi ale diafragmului, care poate fi însoţită de interesarea unui singur organ extralimfatic sau a splinei;

– stadiul IV: interesarea difuză a unuia sau mai multor organe extralimfatice, cu sau fără localizare ganglionară.

Toate stadiile sînt subîmpărţite în forma A (fără semne clinice de evoluţie) şi forma B (cu prezenţa acestor semne).

Tratamentul stadial al limfomului hodgkinian utilizează ca mijloace majore radioterapia, chimioterapia sau asocierea acestora.

Radioterapia este procedeul de elecţie în abordarea formelor puţin extinse. Rezultatele ei sînt condiţionate de administrarea unei doze suficient de mari (40-45 Gy), într-un volum ce include, în afara ariei ganglionare afectate clinic, cel puţin regiunile limfatice contigue. In acest sens, au fost elaborate tehnici de iradiere speciale, aşa cum este iradierea "în manta" pentru localizările supradiafragmatice şi cea "în Y răsturnat" pentru cele subdiafragmatice. Prin combinarea acestora se realizează iradierea ganglionară totală.

Chimioterapia uzează de compuşi consacraţi, cu efecte verificate, cum sînt vincristina, ciclofosfamida, procarbazina, adriamicina, prednisonul, asociaţi după formule variate.

a. In stadiul I tratamentul este radiologic şi constă din iradierea regiunii ganglionare afectate clinic şi a regiunilor adiacente, de preferat prin tehnicile "în manta" sau "Y răsturnat", cu doze totale de 40-50 Gy în 4-5 săptămîni. In cazurile aparţinînd stadiului Ib, se instituie în prima etapă tratamentul cu citostatice iar iradierea se practică după amendarea semnelor clinice de evoluţie.

In formele corect stadializate, mai ales dacă investigaţia preterapeutică include limfografia şi laparotomia exploratorie, se obţin supravieţuiri la 5 ani într-o proporţie de 70-90%; în grupele de vîrstă peste 40 de ani şi în formele b rezultatele sînt mai slabe.

b. In stadiul II tratamentul este în general acelaşi ca în stadiul I; cazurile care prezintă invazii extralimfatice solicită asocierea chimioterapiei, iar în cele care au ca substrat histologic celularitatea mixtă este preferată iradierea ganglionară totală.

Rezultatele se materializează într-o proporţie de supravieţuiri la 5 ani de 60-65% (sub vîrsta de 40 de ani) şi 45% peste 40 de ani.

c. Stadiul IIIa beneficiază în principiu de tratamentul radiologic sub forma iradierii ganglionare totale.

d. In stadiile IIIb şi IV tratamentul constă din administrarea a 3-4 serii de citostatice, urmată de iradierea ariilor ce prezentau adenopatie clinică înainte de tratament, apoi de alte 2 serii de chimioterapie.

In acest mod se pot obţine chiar în formele foarte avansate remisiuni complete, în majoritate peste 1,5 ani, într-o proporţie de 70-80%.

12.7.2. Limfoamele nonhodgkiniene

Sînt o categorie heterogenă sub aspect clinic şi histopatologic (incluzînd entităţi etichetate în trecut limfo- şi reticulosarcoame, limfoame gigantofoliculare etc.), ce nu beneficiază pînă în prezent de o stadializare proprie. Tratamentul este condus, în linii mari, după aceleaşi principii ca în boala Hodgkin, elementele orientative fiind reprezentate de tipul histologic, vîrsta pacientului şi extinderea procesului tumoral.

Mijloacele terapeutice fundamentale sînt reprezentate de radio- şi chimioterapie, aplicate de o manieră similară celei descrise la limfomul hodgkinian, dar cu rezultate mai puţin constante.

12.8. Tratamentul radiologic în cancerul căilor aeriene superioare

12.8.1. Cancerul rinofaringelui (cavumului)

Este reprezentat în marea majoritate a cazurilor de epitelioame (spinocelulare sau nediferenţiate) şi de limfoame (mai ales nonhodgkiniene).

Tratamentul este aproape în exclusivitate radiologic, chirurgia şi chimioterapia avînd indicaţii limitate la situaţii cu totul particulare.

Iradierea terapeutică radicală îşi propune eliberarea unei doze totale de aproximativ 60 Gy la nivelul tumorii primare şi vecinătăţii acesteia şi de 40-50 Gy la nivelul ariilor ganglionare satelite, reprezentate de ganglionii cervicali superiori.

Persistenţa unor relicve lezionale la nivelul acestor ganglioni face uneori necesară extirparea lor chirurgicală, indicată numai dacă tumora primară a fost complet eradicată. In formele foarte extinse, chimioterapia citostatică, asociată radioterapiei, permite obţinerea de rezultate paliative uneori durabile.

12.8.2. Cancerul laringelui

Tumoră relativ frecventă, întîlnită mai ales la bărbaţi, cancerul laringian este în marea majoritate a cazurilor un epiteliom bine diferenţiat (de regulă spinocelular).

Procedurile terapeutice fundamentale prin care este abordat sînt reprezentate de chirurgie şi radioterapie; în alegerea lor, trebuie avută în vedere în primul rînd radicalitatea tratamentului dar, pe cît posibil, şi păstrarea funcţiei fonatorii.

In tumorile de mici dimensiuni, chirurgia şi radioterapia sînt la fel de eficace, soldîndu-se cu o rată de supravieţuiri la 5 ani de 80-100%. Păstrînd avantajul conservării vocii, radioterapia uzează de doze de ordinul a 60-65 Gy, necesare eradicării procesului tumoral primar.

In tumorile avansate local şi cu adenopatie regională importantă, conduita cea mai raţională este asocierea radio-chirurgicală. Dacă intervenţia operatorie este tehnic posibilă, ea va fi urmată de iradierea postoperatorie cu doze de 40-45 Gy, dacă intervenţia a fost radicală, şi de 60 Gy, dacă există probabilitatea unor leziuni restante.

Tumorile situate la limita operabilităţii necesită o iradiere preoperatorie de 40-50 Gy, după care se va efectua intervenţia radicală, la un interval de 3-4 săptămîni.

In cazurile foarte avansate, radioterapia şi chimioterapia, frecvent asociate, realizează o paliaţie de valoare incertă.

12.9. Cancerul bronho-pulmonar

Una dintre cele mai importante cauze de deces în toate ţările lumii, cancerul bronho-pulmonar reprezintă 20-40% din totalul tumorilor maligne ale bărbatului; la femei incidenţa este de cîteva ori mai mică, dar în continuă şi rapidă creştere.

Principalele forme histologice sînt reprezentate de carcinomul pavimentos (cca 50% din totalul cazurilor), adenocarcinom şi carcinoamele nediferenţiate, cu celule mari sau mici.

Mijloacele terapeutice majore sînt constituite de chirurgie, radioterapie şi chimioterapie. Trebuie remarcat că, în ciuda progreselor consemnate în domeniul acestor metode, prognosticul cancerului bronho-pulmonar continuă să rămînă foarte rezervat, rata supravieţuirilor la 5 ani pentru totalitatea bolnavilor nedepăşind 10%

Pentru cazurile operabile, metoda chirurgicală este cea de elecţie. Tumorile de dimensiuni mici, inoperabile datorită localizării sau unor contraindicaţii de natură clinică, pot fi abordate prin iradiere cu intenţie curativă; dozele totale utilizate în acest scop sînt de ordinul a 60-65 Gy şi sînt eliberate tumorii primare, hilului homolateral şi mediastinului.

Formele avansate, ca şi cele ce aparţin categoriei de carcinoame nediferenţiate cu celule mici, revin chimioterapiei citostatice (în cadrul căreia adriamicina este acreditată ca deosebit de eficace) sau asocierii acesteia cu radioterapia.

In numeroase situaţii, radioterapia trebuie privită ca un procedeu util de îngrijire paliativă. In acest sens, doze moderate (20-40 Gy) sînt folosite pentru ameliorarea fenomenelor compresive produse de adenopatii asupra bronhiilor şi mediastinului, a manifestărilor algice şi complicaţiilor inflamatorii.

12.10. Cancerul tiroidian

Tumoră malignă relativ rară, cancerul tiroidian este abordat terapeutic prin extirparea chirurgicală, pe cît posibil radicală, urmată de administrarea pe cale metabolică de iod radioactiv (^{131}I), prin care se urmăreşte distrugerea resturilor de ţesut tumoral şi a unor eventuale diseminări la distanţă. De tratamentul radioizotopic beneficiază şi unele metastaze (în special cele osoase), care captează iodul radioactiv.

12.11. Tumorile maligne ale osului

Osteosarcoamele, în general foarte radiorezistente, sînt tratate curativ prin intervenţii chirurgicale largi, urmate de chimioterapie. Radioterapia îşi găseşte indicaţii în unele cazuri, ca manevră preoperatorie, în scopul diminuării agresivităţii tumorii sau în imposibilitatea abordării chirurgicale a acesteia. Doze situate la limita toleranţei locale (60-80 Gy) produc rareori rezultate durabile.

Reticulosarcomul adultului şi formele solitare ale *mielomului* beneficiază în mai mare măsură de iradierea terapeutică cu doze totale cuprinse între 40 şi 60 Gy, completată cu chimioterapia.

Metastazele osoase apărute în cursul evoluţiei unui mare număr de tumori maligne (mai ales cancerul mamar, uterin, ovarian, pulmonar, tiroidian, prostatic, renal şi vezical) găsesc în radioterapie un mijloc de tratament paliativ eficace în combaterea durerii şi subminării mecanice a osului. Dozele utilizate măsoară între 20 şi 40 Gy; iradierea este asociată frecvent cu administrarea de citostatice şi alte tratamente simptomatice.

12.12. Cancerul testiculului

Printre numeroasele forme histologice proprii tumorilor testiculului trebuie reliefat *seminomul*, tumora cea mai radiosensibilă a adultului, al cărei tratament este axat în mod firesc pe radioterapie.

Caracterizat printr-o tendinţă de extindere rapidă în ganglionii pelvini, lombo-aortici, mediastinali şi supraclaviculari, ca şi prin metastazarea timpurie în plămîn, ficat şi creier, seminomul este abordat terapeutic în stadiile iniţiale prin intervenţia chirurgicală (orhiectomie înaltă); aceasta este urmată de iradierea ariilor ganglionare în care se presupune prezenţa invaziei tumorale cu doze totale de 35-40 Gy. Rezultatele, deosebit de favorabile, se materializează într-un procent de peste 80% supravieţuiri la 3 ani; ele sînt posibile şi în forme avansate, chiar în prezenţa metastazelor pulmonare, hepatice şi intracraniene, care răspund de regulă cu promptitudine la doze de ordinul a 15-20 Gy. In asemenea forme este indicată şi asocierea chimioterapiei.

Celelalte forme histologice (carcinomul embrional, coriocarcinomul, teratomul) au un prognostic favorabil în fazele iniţiale – în care sînt tratate de aceeaşi manieră – şi unul rezervat în cele avansate; acestea din urmă sînt supuse iradierii şi chimioterapiei, asociate uneori cu exereza chirurgicală a ganglionilor abdominali.

12.13. Tumorile maligne ale copilului

Cancerul ce evoluează la vîrsta copilăriei creează un cadru nosologic particular, caracterizat în primul rînd printr-un spectru de tipuri histologice esenţial diferit de cel al adultului: formele cele mai frecvente sînt reprezentate de leucemii, tumori embrionale şi sarcoame, în vreme ce epitelioamele, care constituie majoritatea cancerelor la adult, sînt rare. In al doilea rînd, printr-o etiopatogenie în care factorii genetici sînt substanţial incriminaţi; apariţia în primele zile, săptămîni sau luni de viaţă este sugestivă în acest sens. In al treilea rînd, prin evoluţia rapidă şi tendinţa de generalizare timpurie a majorităţii proceselor maligne dezvoltate la această vîrstă.

Tratamentul actual al cancerului pediatric este deosebit de eficace; el se soldează cu supravieţuiri de durată foarte lungă (peste 20-30 de ani), care pot fi echivalate cu vindecări reale, definitive, într-o proporţie atingînd în unele forme incipiente 90-95% din cazuri.

Aceste rezultate se datorează caracterului foarte agresiv al tratamentului, care asociază parţial sau în totalitate mijloacele majore reprezentate de chirurgie, radioterapie şi chimioterapie. Avînd în vedere perspectiva pentru cei trataţi de a atinge vîrsta maturităţii, trebuie să se ţină seama de faptul că unii agenţi terapeutici (în special radioterapia) pot produce tulburări ale dezvoltării psiho-somatice (tulburări de creştere, dezvoltare sexuală incompletă, diverse anomalii funcţionale ale glandelor endocrine, ficatului şi rinichiului). De aceea, conduita actuală îşi propune un echilibru între agresivitate şi ponderarea impusă de limitarea efectelor iatrogene negative.

12.13.1. Leucemiile copilului

Beneficiază în cea mai mare măsură de chimioterapia cu citostatice. Radioterapia a dobîndit în ultimii ani un rol foarte important în tratarea focarelor extramedulare (intracraniene, renale, testiculare, osoase), care nu pot fi controlate prin chimioterapie şi care reprezintă sursa recidivelor. Iradirea acestor focare cu doze cuprinse între 15 şi 20 Gy a ameliorat considerabil prognosticul şi speranţa de viaţă, astfel că supravieţuiri de peste 15-20 de ani nu mai sînt rarităţi.

12.13.2. Nefroblastomul embrional (tumora Wilms)

Este o tumoră cu un grad ridicat de malignitate, cu structură histologică complexă, întîlnită în peste 90% din cazuri sub vîrsta de 7 ani (uneori se manifestă chiar în primele zile de la naştere).

Tratamentul formelor foarte incipiente este reprezentat de cura chirurgicală radicală. In formele mai extinse, radio- şi chimioterapia instituite imediat după intervenţia chirurgicală, oferă şanse reale de vindecare. Iradierea este practicată pe întregul abdomen, eliberînd, după vîrsta pacientului, între 18 şi 40 Gy (cu protecţia, după 15-20 Gy, a ficatului şi rinichiului controlateral). Metastazele hepatice şi pulmonare beneficiază, de asemenea, de iradierea organelor respective cu doze de 15-20 Gy.

Rezultatele tratamentului se materializează într-un procent de supravieţuiri pe termen lung de peste 90% în formele incipiente.

12.13.3. Endotelio-reticulosarcomul Ewing

Tumoră cu dezvoltare intraosoasă, sarcomul Ewing este abordat chirurgical prin intervenţii ablative largi sau,

în imposibilitatea practicării acestora, prin iradierea întregului os afectat, cu doze ce ating 60-65 Gy la nivelul sediului tumorii. Asocierea citostaticelor a condus la o remarcabilă ameliorare a rezultatelor tratamentului, marcată printr-un procent de supravieţuiri de peste 70% la 2 ani, în cazurile care nu prezintă iniţial metastaze.

12.13.4. Alte tumori maligne ale copilului

Neuroblastomul, retinoblastomul, sarcoamele părţilor moi beneficiază de intervenţia chirurgicală, asociată cu radioterapia şi administrarea de citostatice, în cadrul unor planuri de tratament adaptate localizării, extinderii tumorii şi vîrstei pacientului.















Prin conţinutul şi structura ei, prezenta lucrare este consacrată în principal instruirii studentului în medicină, introducerii acestuia în domeniul deosebit de vast şi complex pe care îl constituie în prezent radiologia şi metodele imagistice de investigare medicală. In concepţia autorului, noţiunile cuprinse în acest volum reprezintă un minimum de cunoştinţe din domeniul respectiv care ar trebui integrat în educaţia viitorului medic şi, în consecinţă, ar trebui să devină un obiect de predare în învăţămîntul universitar. Intenţia didactică nedisimulată este, de altfel, subliniată de modul de structurare al fiecărei secţiuni, în care subordonarea faţă de acest obiectiv al materialului tratat se poate recunoşte cu uşurinţă.

"Bazele Radiologiei şi Imagisticii Medicale" se adresează în acelaşi timp medicului care îşi începe formarea în această specialitate, ca, de altfel, şi practicianului din oricare altă specialitate oferindu-le într-o formă foarte sintetică premizele unei viziuni unitare cu privire la un domeniu aparent foarte diversificat. In acest sens autorul consideră că actualele proceduri imagistice, larg implementate în practica medicală modernă, îşi găsesc cel mai raţional mod de prezentare într-un cadru comun. Acesta trebuie să se constituie în jurul röntgendiagnosticului, prima metodă fizică de investigare, care rămîne cel mai larg folosită şi care sub multe aspecte (cum ar fi, de exemplu, logica interprătării imaginii, premizele semiologice şi terminologia), reprezintă un model şi un etalon. Pe de altă parte, în acest mod poate fi evitată falsa impresie de competiţie pe care o crează deseori folosirea respectivelor proceduri şi se formează deprinderea de a privi investigarea imagistică actuală ca un veritabil "flux tehnologic".

Autorul este pe deplin conştient că efortul de a cuprinde o arie de noţiuni atît de largă într-un cadru extrem de rezumativ şi sintetic a condus numai la o reuşită parţială şi că materialul rezultat este în mare măsură perfectibil. Cu deplină sinceritate şi încredere, lasă celor care îl vor parcurge şi vor încerca să-l folosească deplina latitudine în a-i aprecia oportunitatea, în măsura în care se vor considera cu adevărat beneficiari.

I.S.B.N. 973-96286-1-3